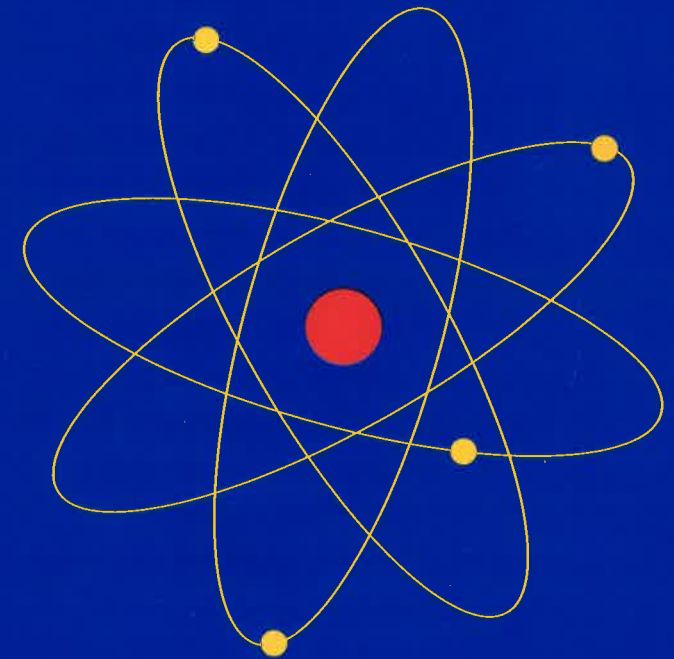


ISSN 0867-4752

2(46)/2001

*BEZPIECZEŃSTWO
JĄDROWE
i
OCHRONA
RADIOLOGICZNA*



PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI

BEZPIECZEŃSTWO JĄDROWE i OCHRONA RADIOLOGICZNA

BIULETYN INFORMACYJNY PAŃSTWOWEJ AGENCJI ATOMISTYKI

Nr 2(46)/2001
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 2000 3

Szanowni Państwo,

Oddany Państwu numer Biuletynu zawiera Informację Państwowej Agencji Atomistyki o stanie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej (bjior) Polski w 2000 roku. Jest ona częścią obszerniejszego opracowania przedkładanego corocznie władzom Państwa zgodnie z wymogami stosownych przepisów. Wspomniana Informacja składa się z części poświęconej nadzorowi i kontroli bjior, analizie i ocenie sytuacji radiacyjnej ludności kraju i środowiska naturalnego oraz z wniosków. W zakończeniu wniosków Prezes PAA prof. Jerzy Niewodniczański stwierdza, że poziom radiacji i zanieczyszczeń promieniotwórczych środowiska i żywności w kraju nie stwarza zagrożeń dla naszego społeczeństwa, a przyjęte rozwiązania organizacyjne zapewniają odpowiednią kontrolę nad wszelką działalnością związaną ze stosowaniem promieniowania jonizującego.

Redakcja Biuletynu

INFORMACJA PAŃSTWOWEJ AGENCJI ATOMISTYKI O STANIE BEZPIECZEŃSTWA JĄDROWEGO I OCHRONY RADIOLOGICZNEJ W POLSCE W ROKU 2000

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

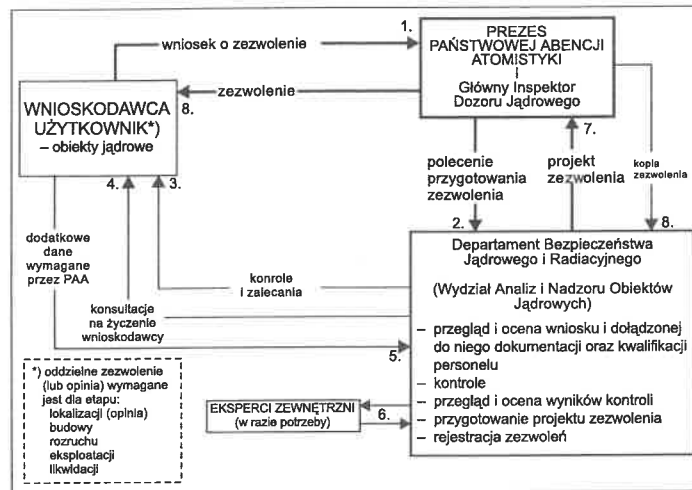
Nadzór i kontrola w sprawach bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej (b.j.i o.r.) prowadzone są w celu wyeliminowania lub ograniczenia zagrożenia radiacyjnego związanego ze stosowaniem materiałów jądrowych, źródeł promieniotwórczych i urządzeń wytwarzających promieniowanie jonizujące. Istotne 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 Prezes PAA oraz powoływani przez niego – Główny Inspektor i inspektorzy dozoru jądrowego. Funkcję Głównego Inspektora Dozoru Jądrowego pełni obecnie Wiceprezes PAA.

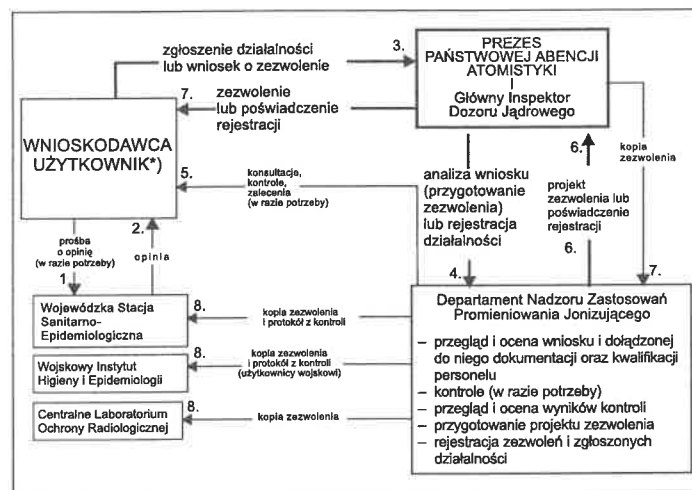
Zadania Prezesa określone mianem dozoru jądrowego obejmują w szczególności:

- 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.

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. BJR) oraz Departament Nadzoru Zastosowań Promieniowania Jonizującego (Dep. NZPJ). 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. BJR. 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. Procedura wydawania zezwoleń związanych z obiektami jądrowymi pokazana jest schematycznie na rys. 1.1.



Rys. 1.1. Procedura wydawania zezwoleń Prezesa PAA związanych z obiektami jądrowymi



Rys. 1.2. Procedura wydawania zezwoleń Prezesa PAA w odniesieniu do źródeł promieniowania jonizującego

Zezwolenia na działalność ze źródeł promieniowania jonizującego udzielane są przez Prezesa PAA (lub osoby przez niego upoważnione) na podstawie materiałów przygotowywanych przez Dep. NZPJ. Proces ten ilustruje rys.1.2.

Procedura związana z kontrolami dozorowymi w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w odniesieniu do

użytkowników obiektów jądrowych oraz źródeł promieniowania jonizującego pokazana jest na rys. 1.3.

Zadania dozorowe w zakresie kontroli ewidencji materiałów jądrowych wykonują inspektorzy dozoru jądrowego w Wydziale Nieprolifracji Departamentu Współpracy z Zagranicą i Integracji Europejskiej.

Dep. BJIŃR, wraz z utworzonym w nim Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych CEZAR, zleca i koordynuje prace niezbędne do zapewnienia stałej kontroli skażeń promieniotwórczych w środowisku oraz ograniczania skutków zdarzeń radiacyjnych powstałych w kraju lub zagranicą. Prace te wykonywane są przez:

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

Wymienione służby działają w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej – jed-

nostce 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 (orzeczenie w sprawach gospodarczego wykorzystania odpadów przemysłowych zawierających substancje promieniotwórcze pochodzenia naturalnego);
- Wyższym Urzędem Górniczym (w zakresie nadzoru i kontroli nad rozpoznawaniem i ograniczaniem zagrożeń radiacyjnych w podziemnych zakładach górniczych). Ważnym elementem tej współpracy była w 2000 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 Przeciwchemicznej (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 Celnym (w zakresie zabezpieczeń

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

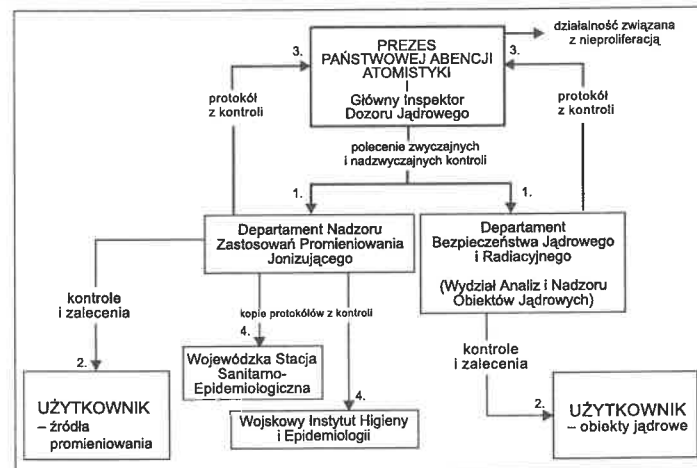
- Centralnym Inspektoratem Standaryzacji podległym Ministerstwu Rolnictwa i Rozwoju Wsi (w zakresie wystawiania świadectw dotyczących skażeń promieniotwórczych dopuszczanych produktów spożywczych).
- Zadania Prezesa PAA związane z nadzorem i kontrolą w sprawach b.j.i o.r. wynikają również z podpisanych przez Polskę konwencji i zawartych umów międzynarodowych, takich jak:
- konwencja o wczesnym powiadamianiu o awarii jądrowej (ratyfikowana w 1988 roku),
 - konwencja o pomocy w przypadku awarii jądrowej lub zagrożenia radiacyjnego (1988 r.),
 - konwencja bezpieczeństwa jądrowego (1995 r.),
- oraz bilateralnych umów międzyrządowych dotyczących bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej podpisanych przez Polskę z Danią (1987), Norwegią (1989), Austrią (1989), Ukrainą (1993), Białorusią (1994), Federacją Rosyjską (1995), Litwą (1995) i Słowacją (1996).

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 prowadzą-



Rys. 1.3. Procedura kontroli dozorowych

cych 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

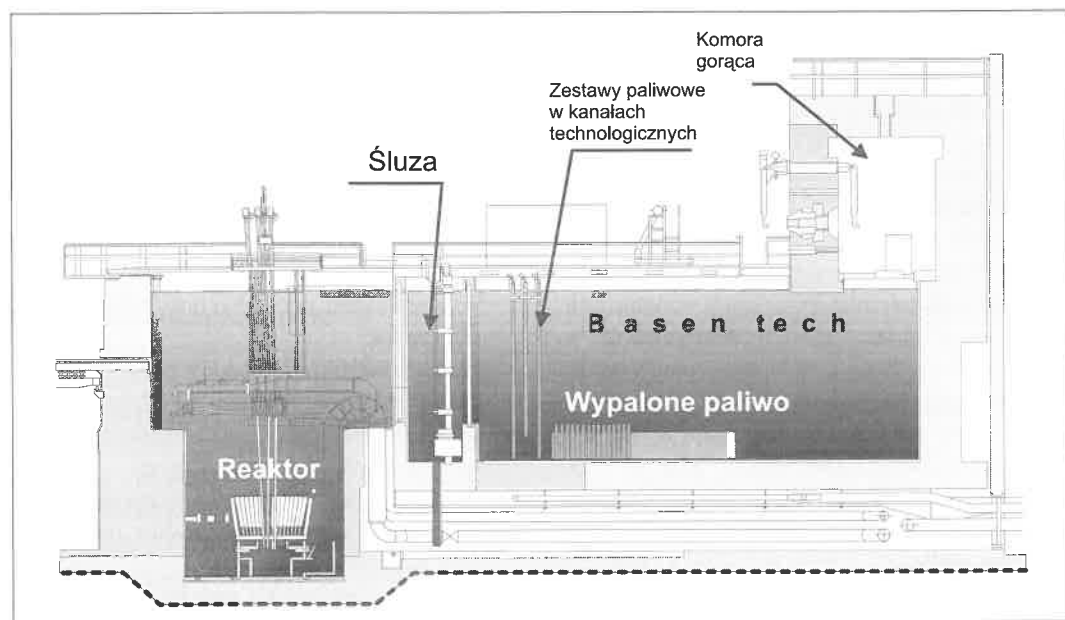
1.2.2.1. Obiekty jądrowe w Polsce

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).

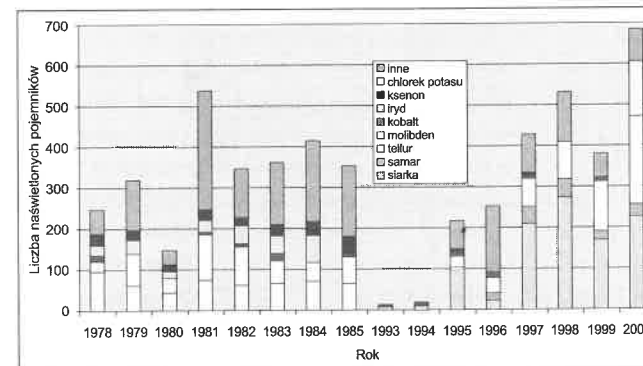
Reaktor MARIA

Reaktor MARIA (rys. 1.4), 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 wykorzystującym przez szereg lat paliwo o wzbogaceniu ok. 80%, od 1999 roku wprowadzane jest stopniowo paliwo o wzbogaceniu 36%. MARIA jest obecnie jedynym czynnym obiektem reaktorowym w Polsce; jest wykorzystywana głównie do badań fizycznych i do produkcji izotopów oraz analizy aktywacyjnej. W 2000 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 to dopuszczało do eksploatacji również niektóre elementy paliwowe eksploatowane w zestawie krytycznym AGATA oraz wyładowane z reaktora do 1986 r., natomiast stopniowe wprowadzanie paliwa o wzbogaceniu 36% odbywało się na podstawie wydanych przez Prezesa aneksów do zezwolenia: Nr 1/99/MARIA z dnia 19.10.1999 r. i Nr 1/2000/MARIA z dnia 20.04.2000 r.



Rys. 1.4. Reaktor MARIA wraz z basenem technologicznym i wypalonym paliwem



Rys. 1.5. Dynamika zmian wielkości i rodzaju naświetlań realizowanych w reaktorze MARIA

Program pracy reaktora MARIA w 2000 r. był dostosowany głównie do programu naświetlań materiałów tarczowych do produkcji izotopów – głównie siarki, dwutlenku telluru i chlorku potasu (dynamikę zmian wielkości i rodzaju realizowanych naświetlań na przestrzeni lat eksploatacji reaktora MARIA pokazano na rys. 1.5). Równocześnie wykorzystywane były kanały poziome reaktora do prac na wiązkach neutronowych. Nominalne parametry wiązek neutronowych w poszczególnych kanałach oraz czasy wykorzystania kanałów w ciągu roku 2000 podano w tabeli 1.1.

Mając na względzie oszczędną gospodarkę paliwem jądrowym przy równoczesnym zapew-

nieniu wymaganych gęstości strumieni neutronów niezbędnych do naświetlań, reaktor eksploatowano na roboczym poziomie mocy ok. 15 MW. W roku 2000 reaktor przepracował łącznie 3748 godzin, w 37 cyklach pracy (rys. 1.6), z czego na roboczym poziomie mocy – 3709 godzin. W ciągu całego roku miało miejsce 8 nieplanowanych wyłączeń reaktora (tab. 1.2.), z których 6 nastąpiło w czasie pracy reaktora na mocy (4 razy spowodowało to jedy-

Tabela 1.2. Niesprawności reaktora MARIA i ich usuwanie

kwartał	I	II	III	IV	razem
Wyłączenia nieplanowe:	0	3	5	0	8
przyczyny:					
zanik napięcia		1	1		2
niesprawność aparatury			3		3
wyłączenia ręczne		2	1		3
konsekwencje:					
skrócenie cyklu			2		2
krótka przerwa w cyklu		1	3		4
powtórny rozruch		2			2
Zaistniałe niesprawności	9	7	7	6	29
Naprawy i konserwacje	16	14	15	7	52
Kontrole i próby	18	31	5	15	69

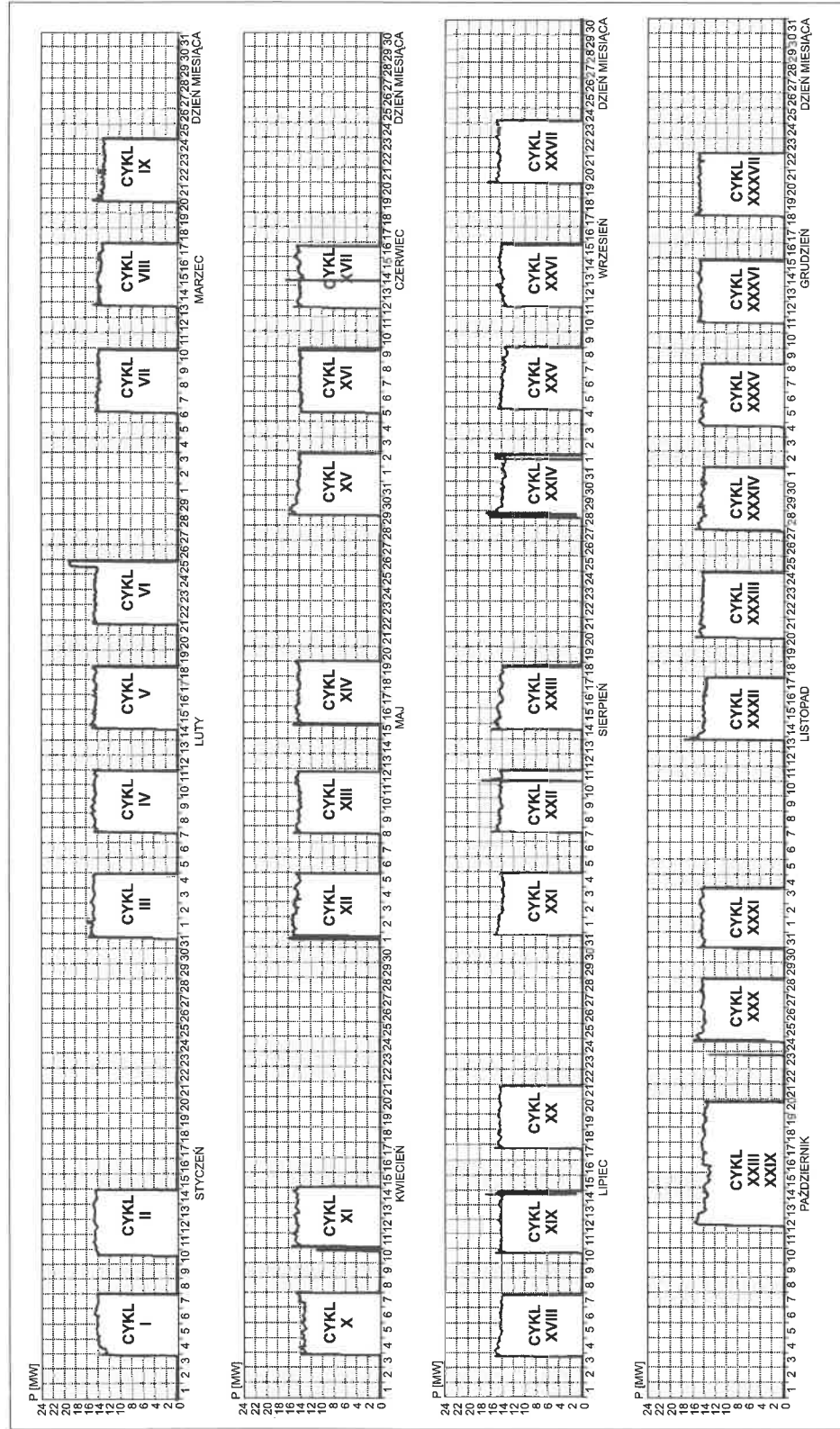
Tabela 1.1. Zestawienie czasu wykorzystania kanałów poziomych w 2000

Oznaczenie kanału	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7	H-8	
Poprzeczny przekrój wiązki [cm x cm]	5,5x5,5	5,5x5,5	4,0x4,0	5,5x5,5	5,5x5,5	Ø10	
Strumień neutronów na wylocie kanału [n/cm ² /s] (*)	1,9x10 ⁹	0,6x10 ⁹	5,4x10 ⁹	1,6x10 ⁹	2,0x10 ⁹	1,9x10 ⁹	
Wykorzystanie czasu pracy reaktora w 2000	[godzin / (% czasu pracy reaktora w kwartale)]						
kwartał	czas pracy reaktora [godz]	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7	H-8
I	907,0	713,7 (78,7)	717,1 (79,1)	360,4 (39,7)	686,0 (75,6)	373,4 (41,2)	—
II	802,0	312,9 (39,0)	300,5 (37,5)	343,5 (42,8)	436,4 (54,4)	277,4 (34,6)	—
III	996,2	581,8 (58,4)	165,1 (16,6)	66,8 (6,7)	418,0 (42,0)	160,8 (16,1)	—
IV	1002,0	283,9 (28,3)	293,2 (29,3)	152,6 (15,2)	124,3 (12,4)	—	4,3 (0,4)

(*) przy nominalnym poziomie mocy reaktora

nie krótką przerwę w cyklu pracy, a 2 razy skrócenie cyklu pracy), a pozostałe 2 przypadki – w czasie rozruchu reaktora.

Na 5 wyłączeń automatycznych, 3 wywołane były niesprawnościami aparatury, a 2 zanikiem napięcia zasilania (przyczyna zewnętrzna). Przyczyną 3 wyłączeń ręcznych, na polecenie operatora, było stwierdzenie lokalnych niesprawności w pompowni obiegu chłodzenia kanałów reaktora. Żadne z wyłączeń nieplanowanych nie wpłynęło na stan bezpieczeństwa eksploatacyjnego reaktora, ani nie stwarzało jakiegokolwiek zagrożenia dla obiektu i otoczenia. Jedyne incydenty, który doprowadził do lokalnych, niewielkich skażeń w obrębie reaktora, miał miejsce



Rys. 1.6. Wykorzystanie mocy reaktora MARIA w 2000 roku

w czasie kiedy reaktor był planowo wyłączony, podczas rozładunku napromieniowanych w reaktorze materiałów tarczowych. Nie miał on żadnego wpływu na bezpieczeństwo reaktora, ani też nie spowodował przekroczenia limitów narażenia załogi obowiązujących dla normalnej eksploatacji (zob. tab. 1.3), wykazał natomiast potrzebę zmodyfikowania i uzupełnienia istniejących procedur eksploatacyjnych. Nie wszystkie zaistniałe w reaktorze niesprawności prowadzą do nieplanowych wyłączeń. Łącznie w 2000 roku zarejestrowano 29 niesprawności, usuniętych w toku napraw bieżących, których łącznie z konserwacjami wykonano 52, oraz podczas planowych przeglądów i remontów urządzeń i instalacji. Wymagało to przeprowadzenia w 2000 roku łącznie 69 prób i kontroli.

W roku 2000 podjęto ponadto prace modernizacyjne w zakresie wdrożenia nowych systemów kontrolno-pomiarowych przygotowywania projektu i realizacji nowego systemu dozymetrycznego reaktora.

Narażenie radiacyjne pracowników reaktora w 2000 r. oszacowano na ok. 0,085 osobo-siver-ta, przy czym maksymalna indywidualna dawka kwartalna nie przekraczała wartości 3,4 mSv (przy rocznym limicie wynoszącym 50 mSv).

przez inspektorów dozoru jądrowego, weryfikujących podawane w nich informacje w toku kontroli w obiekcie i innych kontaktów z personelem.

Reaktor EWA

W roku 2000, zgodnie z wydanym w dniu 23 maja 1997 roku Zezwoleniem Nr 1/97/EWA, w IEA kontynuowano likwidację reaktora 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 2000 roku przeprowadzono demontaż instalacji w pompowni wtórnego obiegu chłodzenia reaktora oraz demontaż żeliwnej płyty wsporczej zbiornika reaktora.

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 inspek-

Tabela 1.3. Narażenie pracowników reaktora MARIA w 2000 roku

kwartał	I	II	III	IV
Liczba pracowników narażonych na dawki >0.5 mSv (>1% rocznej dawki granicznej)	9	7	7	10
Dawka na całe ciało, mSv (procent rocznej dawki granicznej)	0,6-2,7 (1,2-5,4)	0,6-1,5 (1,2-3,0)	0,8-3,4 (1,6-6,8)	0,5-1,5 (1,0-3,0)
Dawka na skórę, mSv (procent rocznej dawki granicznej)	—	—	—	0,1-11,9 (0,02-2,4)
Skazenia wewnętrzne, liczba osób, rodzaj promieniowania, (procent ALI)	0	0	0	8 β, (0,3)
Skazenia odzieży ochronnej: liczba pracowników/wielkość skażeń (Bq/cm ²)	10 1,8-10	8 1,3-42	10 1,0-150	16 0,5-43
Skazenia rąk: liczba pracowników / wielkość skażeń (Bq/cm ²)	0	5 0,5-3,7	9 0,5-10	6 1,0-40

Stan osobowy zespołu eksploatacyjnego reaktora pozwalał na jego eksploatację z minimalną rezerwą kadrową.

Kierownictwo reaktora MARIA składa kwartalne sprawozdania z działalności podległego mu obiektu. Sprawozdania te są akceptowane przez Prezesa PAA po ich przeanalizowaniu

torami 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. Podstawowym elementem tego przechowalnika jest korpus betonowy, w którym usytuowane są w siatce kwadratowej cztery cylindryczne komory. Komory są wyłożone wykładziną ze stali kwasoodpornej. Wewnątrz komór znajdują się zbiorniki.

W obiekcie 19A w basenie nr 2 przechowywane jest paliwo typu WWR-SM i WWR-M2 z reaktora EWA. Przekroje przechowalników 19 i 19A pokazano na rys. 1.7.

Elementy paliwowe typu MR-6, wypalone w reaktorze MARIA, składowane są w basenie paliwowym tego reaktora (rys.1.4). W roku 2000

EK-10 oraz kilka zestawów MR-6 powinno być usunięte ze środowiska wodnego i umieszczone w najbliższym czasie (ok. 1 rok) w suchych pojemnikach.

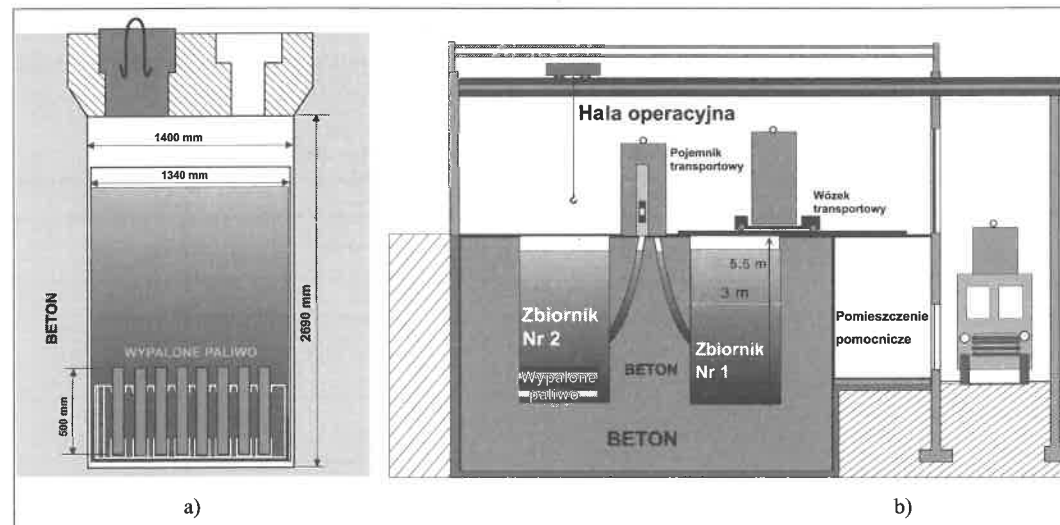
Niezależnie od ogólnie zadowalającego stanu paliwa wypalonego dąży się obecnie do stopniowego umieszczenia wszystkich wypalonych elementów paliwowych w szczelnych kapsułach w środowisku gazowym.

Liczbę wypalonych elementów paliwowych przedstawia poniższa tabela:

Tabela 1.4.

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	297*	80 i 36

* łącznie z elementami aktualnie w rdzeniu reaktora



Rys. 1.7. a) przekrój poprzeczny jednej z komór przechowalnika 19, b) przekrój poprzeczny przechowalnika 19A

kontynuowano prace związane z opracowaniem technologii izolacji (kapsułowania) paliwa MR-6.

Przeprowadzone badania stanu wypalonych w reaktorach EWA i MARIA elementów paliwowych nie wykazały obecności ewidentnie uszkodzonych (nieuszczelnionych zestawów paliwowych). Jednak co najmniej dwa potrójne zestawy paliwowe WWR-SM, kilka prętów paliwowych

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. BJIIR 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. Zadania te wykonywane są na podstawie Zezwolenia z dnia 18.11.1999 r. wydanego przez Głównego Inspektora Dozoru Jądrowego w oparciu o wnioski i analizy dokonywane przez ww. Wydział Analiz i Nadzoru Obiektów Jądrowych (więcej informacji nt. odpadów i składowiska podano w pkt. 1.2.6.2 i 1.4). Zezwolenie to jest ważne bezterminowo, pod warunkiem aktualizacji Raportu i procedur maksymalnie co 5 lat. Ze swej działalności ZDUOP składa regularnie sprawozdania analizowane przez organy dozоровe.

1.2.2.3. Użytkownicy źródeł promieniowania jonizującego

W roku 2000 znacznemu zmniejszeniu uległa liczba zarejestrowanych jednostek prowadzących działalność związaną z narażeniem. Według stanu z końca 2000 roku było ich 1877, w porównaniu z 2554 na koniec roku 1999. Impulsem do drobiazgowej rewizji rejestru użytkowników były wyniki zarządzanej przez Prezesa PAA akcji związanej

Tabela 1.5. Jednostki organizacyjne prowadzące działalność związaną z narażeniem na promieniowanie jonizujące

Rodzaj działalności	Liczba działalności	Liczba wydanych w 2000 roku		
		zezwoleń	aneksów	zaświadczeń
APLIKATORY IZOTOPOWE	32	3	4	0
MAGAZYNOWANIE ŹRÓDEŁ I URZĄDZEŃ IZOTOPOWYCH	39	8	1	0
OBRÓT URZĄDZENIAMI IZOTOPOWYMI	53	13	0	2
OBRÓT ŹRÓDŁAMI OTWARTYMI	17	0	0	0
OBRÓT ŹRÓDŁAMI ZAMKNIĘTYMI	14	0	2	0
PRACE ZE ŹRÓDŁAMI W TERENIE	55	15	5	0
PRACOWNIE ŹRÓDEŁ OTWARTYCH KL.I	11	0	0	0
PRACOWNIE ŹRÓDEŁ OTWARTYCH KL.II	88	22	14	0
PRACOWNIE ŹRÓDEŁ OTWARTYCH KL.III	338	50	9	17
PRACOWNIE ŹRÓDEŁ ZAMKNIĘTYCH	187	20	8	4
PRODUKCJA ŹRÓDEŁ I URZĄDZEŃ IZOTOPOWYCH	16	13	2	0
TELEGAMMATERAPIA	17	4	2	0
TRANSPORT ŹRÓDEŁ I URZĄDZEŃ IZOTOPOWYCH	9	3	0	0
UPRAWNIONY INSTALATOR APARATURY IZOTOPOWEJ	66	18	5	0
UPRAWNIONY INSTALATOR CZUJEK DYMU	388	107	24	0
UŻYTKOWNIK APARATÓW GAMMAGRAFICZNYCH	130	35	16	0
UŻYTKOWNIK APARATURY IZOTOPOWEJ	1013	155	46	8
UŻYTKOWNIK CHROMATOGRAFU	124	1	0	17
UŻYTKOWNIK URZĄDZENIA RADIACYJNEGO	25	3	3	0
UŻYTKOWNIK URZĄDZENIA WYTWARZAJĄCEGO PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE	46	11	3	0
Razem:	2640	482	142	49

z Problemem Roku 2000. Na przeszło 2,5 tysiąca pism związanych z tą akcją wysłanych do wszystkich zarejestrowanych użytkowników, odpowiedź uzyskano od niewiele ponad 1,8 tysiąca. Analiza sytuacji oraz wyniki dalszej korespondencji i kontroli zarządzanych przez Głównego Inspektora Dozoru Jądrowego pozwoliły zidentyfikować dwie grupy „martwych dusz”. Pierwsza wiązała się z reformą administracyjną kraju. W wyniku powstania znacznie większych województw szereg jednostek, zlokalizowanych uprzednio w różnych województwach i zarejestrowanych w związku z tym jako kilka jednostek, znalazło się w jednym i zostało zarejestrowanych jako jedna. Drugą grupę stanowiły jednostki, które zaniechały działalności i nie powiadomiły o tym Państwowej Agencji Atomistyki.

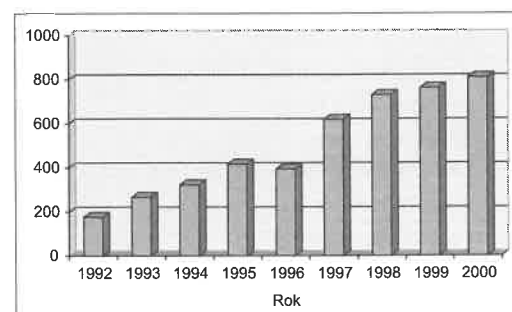
Liczba zarejestrowanych na koniec 2000 roku działalności związanych z narażeniem wyniosła 2640. Jest ona znacznie większa od liczby jednostek, bowiem szereg z nich prowadzi kilka różnych, a niektóre nawet kilka tego samego rodzaju działalności. Wyciąg z rejestru, uwzględniający liczby wydanych w 2000 roku zezwoleń, aneksów oraz zaświadczeń o wpisaniu do rejestru, przedstawiony został w tabeli 1.5. 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, a jedynie zgłoszenia (przypadki takie określone są w zarządzeniu Prezesa PAA z 28 sierpnia 1997 r.).

W powyższym rejestrze nie są uwzględnieni użytkownicy izotopowych czujek dymu, których na koniec 2000 roku zarejestrowanych było 13 923.

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 50-ciu. Wiąże się to głównie z likwidacją przestarzałych urządzeń. Liczby użytkowników w pozostałych grupach zmieniają się nieznacznie.

Kontrole w jednostkach organizacyjnych (wymienionych w tab. 1.5.) wykonywali głównie inspektorzy dozoru jądrowego zatrudnieni w Departamencie Nadzoru Zastosowań Promieniowania Jonizującego (Dep. NZPJ) w Państwowej Agencji Atomistyki. W 2000 r. przeprowadzili oni 810 kontroli, z czego 36 było ponownymi kontrolami. Ponadto do Dep. NZPJ wpłynęło 126 protokółów z kontroli (z czego 31 użytkowników izotopowych czujek dymu) przeprowadzonych przez pracowników Wojewódzkich Stacji Sanitarno-Epidemiologicznych, działających na mocy Porozumienia zawartego w dniu 10 kwietnia 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 810 kontroli przeprowadzonych przez inspektorów dozoru jądrowego PAA 333 wykonali inspektorzy zatrudnieni w oddziale Dep. NZPJ w Katowicach, 230 w oddziale w Poznaniu i 247 w Warszawie. Rok 2000 był kolejnym rokiem, w którym liczba kontroli przeprowadzonych przez inspektorów dozoru jądrowego wzrosła (w 1999 było ich 762). Na rys. 1.8. przedstawiono, jak liczba ta zmieniała się w ostatnich latach.



Rys. 1.8. Liczba kontroli przeprowadzonych w jednostkach prowadzących działalność związaną z wykorzystywaniem energii atomowej

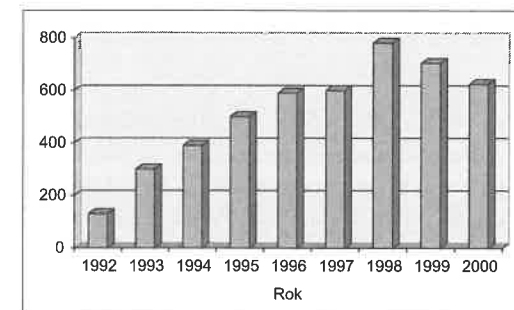
1.2.3. Udzielanie zezwoleń na działalność ze źródłami promieniowania jonizującego

W 2000 r. dyrektor Dep. NZPJ (działając z upoważnienia Prezesa PAA) udzielił 482 zezwoleń, wystawił 142 aneksy do zezwoleń oraz 49 zaświadczeń o wpisaniu do rejestru użytkow-

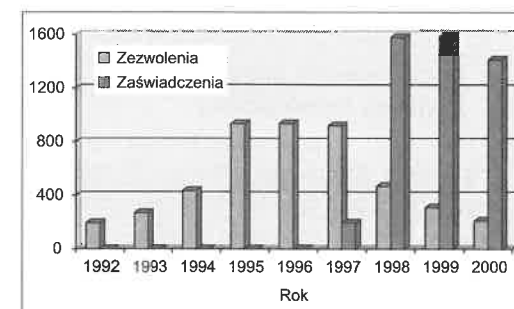
ników (bez uwzględnienia użytkowników izotopowych czujek dymu). Szczegółowe dane, odnoszące się do różnego rodzaju działalności przedstawione zostały w tabeli 1.5. Na rys. 1.9 przedstawiono zmianę liczby udzielanych zezwoleń w ostatnich latach. Utrzymanie się w 2000 r. znacznej liczby udzielonych zezwoleń 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 2000 był już trzecim rokiem w którym możliwe było, w szczególnych przypadkach, prowadzenie działalności związanej z narażeniem bez zezwolenia, a jedynie na podstawie zgłoszenia tego faktu w PAA.

W przypadku użytkowników izotopowych czujek dymu, w 2000 roku udzielono 140 zezwoleń i wydano 70 aneksów do zezwoleń na czujki plutonowe oraz wystawiono 1413 zaświadczeń rejestracyjnych na czujki amerykańskie. Z końcem 2000 roku liczba zarejestrowanych użytkowników izotopowych czujek dymu wyniosła 13923. Liczba zainstalowanych u nich czujek wynosiła 1217690, z czego już niespełna 290 tys. stanowiły czujki plutonowe. Na rys. 1.10 przedstawiono zmianę liczby udzielanych zezwoleń na stosowanie izotopowych czujek dymu i wydawanych zaświadczeń o wpisaniu użytkowników do rejestru użytkowników substancji promieniotwórczych w ostatnich latach.

Do marca 2000 roku Dep. NZPJ wydawał opinie, z punktu widzenia wymagań ochrony radiologicznej, odnośnie gospodarczego wykorzystania odpadów przemysłowych zawierających zwiększone ilości naturalnych pierwiastków promieniotwórczych. Wydano w tym czasie 6 postanowień pozytywnie opiniujących proponowany sposób wykorzystania odpadów przemysłowych. Nie było opinii negatywnych. Wydano jedno uzgodnienie dla laboratorium pomiarowego, którego wyniki pomiarów miały być uwzględniane przez Państwową Agencję Atomistyki przy wydawaniu postanowień. Była to kontynuacja działalności dotychczasowej tego laboratorium. Według stanu na 28 lutego 2000 r. w kraju były 23 takie uznane laboratoria. W związku ze skreśleniem w ustawie o ochronie i kształtowaniu środowiska art.61, na



Rys. 1.9. Liczba udzielonych zezwoleń na działalność związaną z wykorzystywaniem energii atomowej (bez izotopowych czujek dymu)



Rys. 1.10. Liczba udzielonych zezwoleń na stosowanie izotopowych czujek dymu oraz wydanych zaświadczeń o wpisaniu użytkowników czujek do rejestru użytkowników substancji promieniotwórczych

podstawie którego Prezes Państwowej Agencji Atomistyki, jako organ właściwy w sprawach ochrony radiologicznej, wydawał na wniosek Urzędów Wojewódzkich postanowienia odnośnie gospodarczego wykorzystania odpadów przemysłowych zawierających substancje promieniotwórcze, od marca 2000 r. takie postanowienia nie są już wydawane. Wykorzystywanie takich odpadów regulują obecnie zapisy w ustawie z dn. 27.06.1997 r. o odpadach.

W 2000 roku wydano, na wniosek Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Izotopów POLATOM w Świerku, dwa świadectwa zatwierdzające dla celów przewozu wzór materiału promieniotwórczego w specjalnej postaci dla źródeł Co-60 i Ir-192 w kapsułkach stalowych, przeznaczonych do zastosowań przemysłowych. Na wniosek Międzyresortowego Instytutu Techniki Radiacyjnej Politechniki Łódzkiej przedłużono ważność świadectwa zatwierdzającego wzór opakowania transportowego typu B(u). Dopuszczono do

przewozu na terytorium Polski dwa opakowania produkcji zagranicznej dla materiałów rozszczepialnych (paliwo jądrowe) i jedno opakowanie typu B(u) dla źródeł promieniotwórczych. Przedłużono ważność świadectwa zatwierdzającego warunki przewozu źródeł Co-60 o dużej aktywności przez terytorium Polski z przeładunkiem z jednego środka transportowego na drugi, na terenie OBRI w Świerku. W 2000 r. odbyło się 5 takich przewozów i przebiegały one bez zakłóceń. W 2000 roku poświadczono także 45 deklaracji 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 2000 r. CLOR przeprowadził, zgodnie z zatwierdzonymi programami szkolenia i egzaminu, na podstawie których Główny Inspektor Dozoru Jądrowego nadał następujące uprawnienia:

- inspektora ochrony radiologicznej (typu B) – 224 osobom

- inspektora ochrony radiologicznej (typu C) – 100 osobom
- kierownika akceleratora (typu E) – 26 osobom
- operatora akceleratora (typu C1) – 100 osobom
- inspektora ochrony radiologicznej (typu B2 i C2) – 13 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 przeprowadziła postępowania kwalifikacyjne 17 osób, w wyniku których decyzją Prezesa PAA:

- 1 osoba uzyskała uprawnienia kierownika reaktora MARIA i kierownika zmiany tego reaktora z uprawnieniem do dozoru także obiektów reaktora EWA i przechowalników wypalonego paliwa;
- 5 osób uzyskało uprawnienia operatora reaktora MARIA w tym 3 osoby jednocześnie uprawnienia dozoru obiektów reaktora EWA i przechowalników wypalonego paliwa;
- ponadto uprawnienia dozoru obiektów reaktora EWA i przechowalników wypalonego paliwa uzyskało 9 osób, a dozoru tylko obiektów reaktora EWA – 1 osoba;
- 1 osoba uzyskała uprawnienia starszego dozymetrysty reaktora EWA i przechowalników wypalonego paliwa;

Ogółem w 2000 r. wydano 480 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 zatwierdzał programy 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 2000 r., systemem zabezpieczeń MAEA objętych było 9904 kg materiałów jądrowych, w tym paliwo jądrowe zgromadzone w obiektach Ośrodka Badawczego w Świerku. W 2000 r. przeprowadzono ogółem 26 inspekcji krajowych dotyczących zabezpieczeń materiałów jądrowych, w czasie których skontrolowano 5 rejonów bilansu materiałów jądrowych (MBA), przy czym w 22 inspekcjach uczestniczyli przedstawiciele MAEA. W ramach tej działalności przeprowadzono w Ośrodku Badawczym w Świerku, w IChTJ oraz w wybranych jednostkach w Warszawie 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 2000 r. została przeprowadzona inwentaryzacja materiałów jądrowych w 54 instytucjach na terenie całego kraju. Wyniki kontroli zabezpieczeń materiałów jądrowych wskazują, że w 2000 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 2000 r., realizując postanowienia porozumienia o zabezpieczeniach zawartego między Polską a MAEA, przesłano do Departamentu Zabezpieczeń MAEA 65 raportów dotyczących głównie przemieszczania materiałów jądrowych na terenie kraju, w tym pojemników osłonnych z uranu zubożonego wykorzystywanych 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 10.

1.2.6.1. Ośrodek w Świerku

Najważniejsze wyniki pomiarów oraz dane obrazujące sytuację radiacyjną Ośrodka w Świerku w 2000 r. kształtowały się następująco:

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

- reaktor MARIA:
 - gazy szlachetne (głównie argon) – $3,7 \cdot 10^{13}$ Bq, co stanowi ok. 3,7% rocznego limitu uwolnień;
 - I-131 – $1,76 \cdot 10^8$ Bq, co stanowi ok. 3,5% 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. $2,0 \cdot 10^9$ Bq, w tym $1,0 \cdot 10^8$ Bq I-125; średnie stężenie tych izotopów wynosiło $7,6$ Bq/m³, co stanowi ok. 9,5% limitu (80 Bq/m³ w przeliczeniu na I-131).

b) Emisja ciekłych substancji promieniotwórczych z Ośrodka w Świerku.

Radioaktywność ścieków ogólnych usuwanych w 2000 r. z Ośrodka w Świerku do oczyszczalni miejskiej w Otwocku określano, podobnie jak w latach ubiegłych, na podstawie pomiarów stężenia tzw. aktywności równoważnej uwzględniającej obecność różnych izotopów promieniotwórczych. Średnia tygodniowa wartość

aktywności równoważnej usuniętych w 2000 r. ścieków wynosiła ok. $3,6 \cdot 10^6$ Bq ($1,9 \cdot 10^8$ 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, Na-22) rejestrowane w pojedynczych próbkach ścieków nie przekraczały, podobnie jak w roku ubiegłym, wartości $1,2$ Bq/dm³.

Powyższe dane wskazują, że radioaktywność substancji promieniotwórczych usuwanych w ściekach ogólnych usuniętych w 2000 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 2000 r. pobrano łącznie 559 prób materiałów środowiskowych, przeprowadzając 734 pomiary w tym 259 analizy spektrometryczne z oznaczeniem zawartości poszczególnych izotopów gamma-promieniotwórczych. Uzyskano następujące wyniki pomiarowe:

- aerozole atmosferyczne; średnia zawartość izotopu Cs-137 wynosiła ok. $2,4$ μ Bq/m³ dla stacji na terenie Ośrodka w Świerku; w siedmiu przypadkach (próby tygodniowe) zarejestrowano obecność I-131 o stężeniach zawierających się w granicach 85 - 1200 μ Bq/m³.
- opad całkowity; średnia miesięczna zawartość izotopu Cs-137 nie przekraczała poziomu $0,15$ Bq/m² (próg 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 41 Bq/dm³,
- gleba z terenu i okolicy Ośrodka; średnie zawartości izotopu Cs-137 wynosiły odpowiednio ok. 8 i 10 Bq/kg s.m. (suchej masy) przy ponad 10-krotnie wyższych zawartościach naturalnego izotopu K-40,
- mleko z okolicznych gospodarstw; średnia zawartość izotopu Cs-137 wynosiła $0,9$ Bq/dm³ przy ok. 45 Bq/dm³ zawartości naturalnego izotopu K-40,
- średnia roczna wartość dawki promieniowania X i gamma wyznaczono z 20 punktów kontrolnych na terenie i z 12 punktów w oko-

licy Ośrodka; wynosiła odpowiednio ok. $0,89$ mGy oraz $0,81$ mGy przy wartości maksymalnej wynoszącej $1,1$ mGy.

Porównanie tych danych z danymi przedstawionymi w rozdz. 2 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 2000 r., w ramach programu pomiarów kontrolnych realizowanego przez Służbę Ochrony Radiologicznej IEA, pobrano, podobnie jak w roku ubiegłym, 173 próby środowiskowe z terenu i okolic KSOP wykonując 253 pomiary wartości izotopów promieniotwórczych, w tym 73 analizy spektrometryczne z oznaczeniem poszczególnych izotopów w próbach materiałów środowiskowych.

Wyniki pomiarów wskazują, że:

- globalna zawartość izotopów beta promieniotwórczych w wodach wynosiła:
 - w rzece Narew – od ok. $0,08$ do ok. $0,35$ Bq/dm³;
 - w wodzie wodociągowej z terenu KSOP oraz ze studni okolicznych gospodarstw – od ok. $0,08$ do ok. $0,22$ Bq/dm³;
 - w wodach z podziemnych z odwiertów kontrolnych (piezometrów) na terenie i w otoczeniu KSOP – od ok. $0,08$ do ok. $0,51$ Bq/dm³;
- stężenie trytu w wodach podziemnych w okolicy i na terenie składowiska – od poniżej 7 Bq/dm³ do ok. 45 kBq/dm³ (w jednym odwiercie); w wodzie wodociągowej KSOP stężenia te były poniżej progu wykrywalności (ok. 7 Bq/dm³);

Ponadto w 2000 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 $0,91$ - $4,1$ mGy (średnio $1,3$ mGy);
- stężenia radonu nie przekraczały wartości kilku Bq/m³.

Uzyskane w 2000 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 składowiska 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 odpowiednio 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 roczna dawka efektywna z okresu kolejnych 5 lat 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 prowadzi:

- dla zatrudnionych w zakładach stosujących źródła promieniowania jonizującego (z wyłączeniem 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);

tralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR) za pomocą dawkomierzy fotometrycznych, używanych przez osoby kontrolowane w cyklach kwartalnych lub miesięcznych. Łącznie w 2000 r. kontrolą dawek indywidualnych prowadzoną przez CLOR objętych było 6060 osób zatrudnionych w 366 zakładach, w tym 678 osób z Ośrodka w Świerku i IChiTJ. Zbiorcze zestawienie wyników pomiarów obrazujących narażenie indywidualne osób kontrolowanych z uwzględnieniem poszczególnych grup pracowniczych przedstawiono w tabeli 1.6 i na rys. 1.11.

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

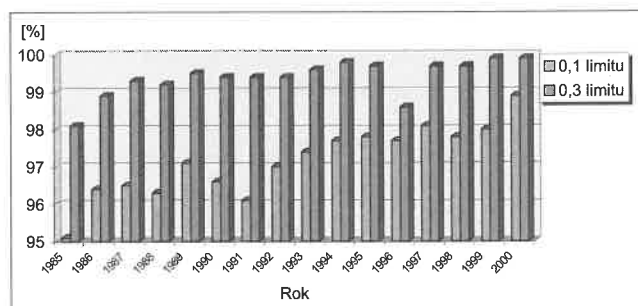
Tabela 1.6. Wyniki kontroli dawek indywidualnych pracowników poszczególnych grup zawodowych

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 0,3 rocznego limitu	powyżej 0,3 rocznego limitu (>50 mSv)	
Naukowe	1811	1797	1810	1811	0	0,969
Przemysłowe	1453	1412	1444	1453	0	1,475
Lecznicze	2434	2425	2433	2434	0	0,873
Inne	362	361	361	362	0	0,931
Wszystkie grupy	6060	5995	6048	6060	0	1,049

- 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 Cen-



Rys. 1.11. 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)

Tabela 1.7. 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 0,3 rocznego limitu	powyżej 0,3 rocznego limitu (>50 mSv)	
IChiTJ	172	172	172	172	0	0,888
IEA	239	238	239	239	0	1,064
IPJ	141	14	114	114	0	0,831
OBRI	153	145	153	153	0	1,538

Ponadto 186 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 określone grupy pracowników Ośrodka w Świerku (głównie OBRI i IEA) poddawano kontroli skażeń wewnętrznych poprzez:

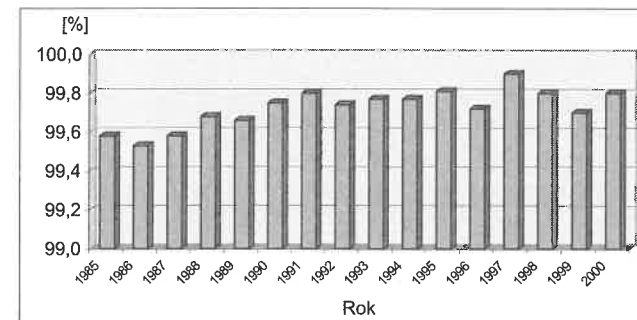
- pomiary zawartości izotopów gamma promieniotwórczych w organizmie ludzkim wykonywane tzw. licznikiem promieniowania ciała człowieka (220 osób, 342 pomiary);
- pomiary zawartości izotopów alfa i beta promieniotwórczych w wydalinach biologicznych (104 osoby – 242 analizy),
- pomiary zawartości izotopu I-131 i I-125 w tarczycy (18 osób, 87 pomiarów).

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 2000 r. narażenie radiacyjne osób kontrolowanych było – podobnie jak w latach poprzednich – znacznie niższe od obowiązujących limitów. Nie odnotowano żadnego przypadku otrzymania przez pracowników kontrolowanych zakładów dawek przekraczających limit roczny.

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. 1.12. Należy przy tym dodać, że



Rys. 1.12. Odsetek osób z grupy narażonej zawodowo na promieniowanie rentgenowskie (do 300 keV), które otrzymały dawkę nie przekraczającą 0,1 limitu rocznego (5 mSv)

ok. 98,1% kontrolowanych osób otrzymało roczną dawkę nie przekraczającą 1 mSv.

W 2000 r. w 4-ch przypadkach odczyty dawkomierzy wskazują na możliwość otrzymania przez pracowników dawek promieniowania powyżej limitu rocznego, z których jeden dotyczył pracownika służby zdrowia (97 mSv), a pozostałych trzech – pracowników zakładów przemysłowych (90 mSv). Przypadki te są w trakcie wyjaśniania przez służby inspekcji sanitarnej.

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

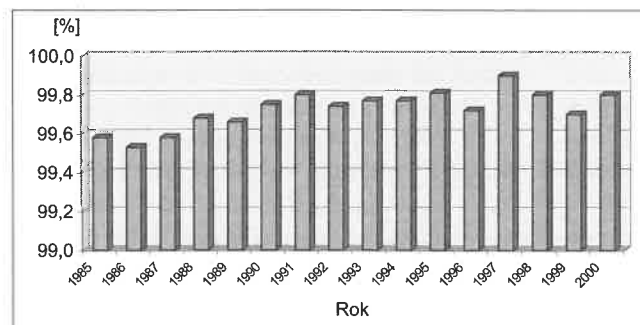
Tabela 1.8.

Rodzaj zakładu	Liczba osób	%	Liczba zakładów	%
Służba Zdrowia	27074	88,2	2582	81,0
Zakłady przemysłowe	1430	4,7	227	7,1
Placówki naukowo-badawcze	647	2,1	149	4,7
Szkoły Medyczne	683	2,2	18	0,6
Stacje Sanitarne-Epidemiolog.	168	0,5	46	1,4
Zakłady Techniki Medycznej	280	0,9	61	1,9
Inne	401	1,3	103	3,2
Razem:	30683	100,0	3186	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 2000 r. w obu resortach kontrolą dawek indywidualnych objętych było 2171 osób, w tym 1141 osób w MON i 930 osób w MSWiA. Wyniki pomiarów obrazujące narażenie radiacyjne pracowników przedstawiono na rys. 1.13



Rys. 1.13. Odsetek pracowników resortów MON i MSWiA narażonych zawodowo na promieniowanie jonizujące, którzy otrzymali dawkę nie przekraczającą 0,1 oraz 0,3 limitu rocznego

Zaobserwowane 3 przypadki zaczernienia błony fotometrycznej wskazujące na możliwość otrzymania dawki przekraczającej limit spowodowane były czynnikami nie związanymi z promieniowaniem jonizującym. 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 może być 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 poprzednio dyrektywą 96/29 EURATOM. Rozporządzenie wprowadza także dwa poziomy, tzn.:

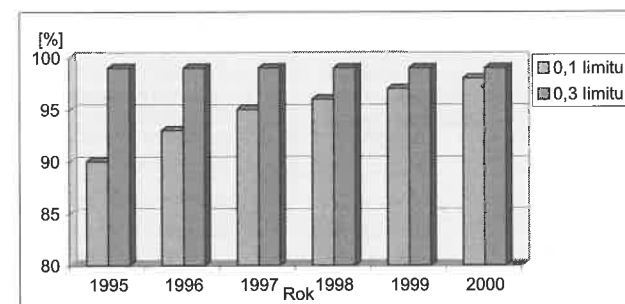
- poziom inspekcyjny, wynoszący 2 mSv rocznie, przekroczenie którego nakłada na zakład obowiązek bardziej szczegółowej kontroli warunków w miejscu pracy,
- poziom interwencyjny, wynoszący 5 mSv rocznie, przekroczenie którego nakłada obowiązek prowadzenia działań prewencyjnych w celu likwidacji lub obniżenia zagrożenia na stanowisku pracy.

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 2000 roku wskazuje, że:

- łączna liczba górników pracujących w 66 kopalniach podziemnych wynosiła ok. 120 tys.,
- maksymalna dawka roczna – oszacowana na podstawie rzeczywistego czasu pracy i pomiarów wykonywanych na stanowiskach pracy – wynosiła ok. 3,2 mSv przy czym ok. 50% tej dawki pochodziło od radonu i produktów jego rozpadu,
- wyrobiska odpowiadające klasie A zagrożenia radiacyjnego znajdowały się tylko w 2 kopalniach; wyrobiska zaliczane do klasy B nie występowały. Wyniki obrazujące narażenie górników tych kopalni, obejmujące lata 1995-2000, przedstawiono na rys. 1.14.



Rys. 1.14. Odsetek górników kopalni węgla kamiennego narażonych na dawkę przekraczającą wartości 2 mSv i 5 mSv w ciągu roku

Górnictwo rud metali i surowców chemicznych

Kontrolę i ocenę narażenia w kopalniach rud metali i węgla brunatnego, wymagających nadzoru radiacyjnego, prowadzi Instytut Medycyny Pracy (IMP) w Łodzi. Dotyczy to jednej kopalni cynku, jednej – ołowiu, dwóch – miedzi i jednej kopalni węgla. 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 2000 r. wskazują, że:

- łączna liczba górników pracujących w ww. kopalniach wynosiła, podobnie jak w roku ubiegłym, ok. 9 tys.,
- ok. 97% górników otrzymało roczne dawki nie przekraczające 5 mSv,
- 3% górników otrzymało dawki w zakresie od 5 do 15 mSv (maksymalna roczna dawka – oszacowana przy przyjęciu pesymistycznych założeń – wynosiła ok. 9,6 mSv),
- wyrobiska odpowiadające klasie A zagrożenia radiacyjnego znajdowały się w 2 kopalniach; wyrobiska klasy B nie występowały.

1.3. SYSTEM REAGOWANIA NA NADZWYCZAJNE ZDARZENIA RADIACYJNE

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, stwarzające możliwość przekroczenia wartości granicznych dawek promieniowania jonizującego określonych w obowiązujących przepisach, a więc wymagające podjęcia pilnych działań w celu ochrony pracowników lub ludności. Na zagrożenia radiacyjne narażeni są przede wszystkim pracownicy 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 przed-

łożenie organom dozoru jądowego 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 jądowymi 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 2000 na system ten, pokazany schematycznie na rys. 1.15, składały się następujące elementy:

- 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 posiadanych 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 prze-

ciwdziańa nielegalnemu wwozowi do Polski substancji promieniotwórczych.

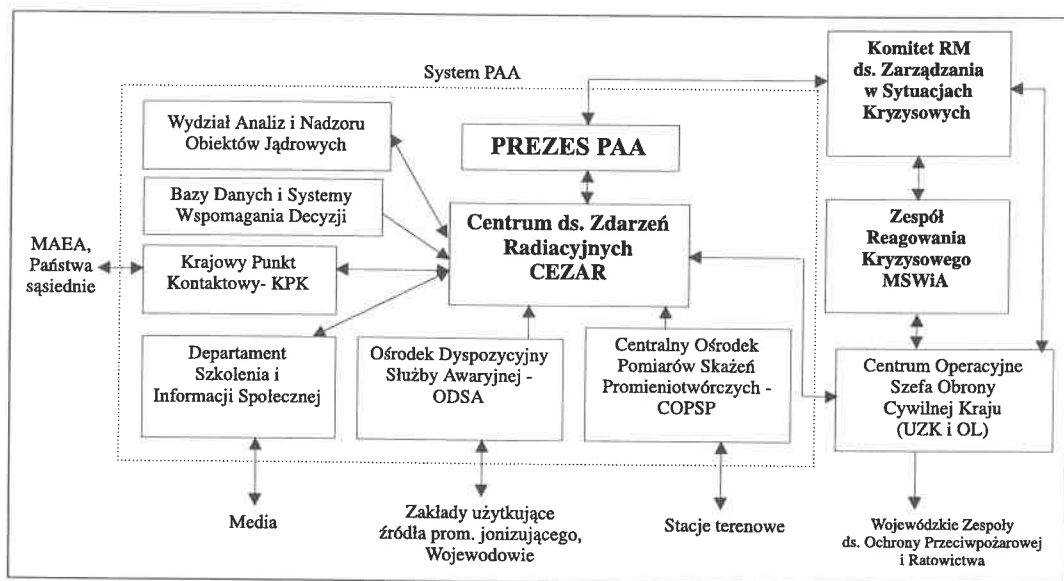
- Krajowy Punkt Kontaktowy (KPK) – czynny całodobowo punkt kontaktowy służący wczesnemu powiadomianiu o awarii jądowej zgodnie z wymaganiami Konwencji MAEA z 1986 roku oraz wymianie informacji o zagrożeniach radiacyjnych stosownie do podpisanych przez Polskę umów bilateralnych. KPK zapewnia szybkie uzyskanie 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 Jądowych – grupujący specjalistów kompetentnych w zakresie technologii obiektów jądowych 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 jądowe zlokalizowane w pobliżu granic Polski. Zgodnie z programem harmonizacji działań w skali międzynarodowej na wy-

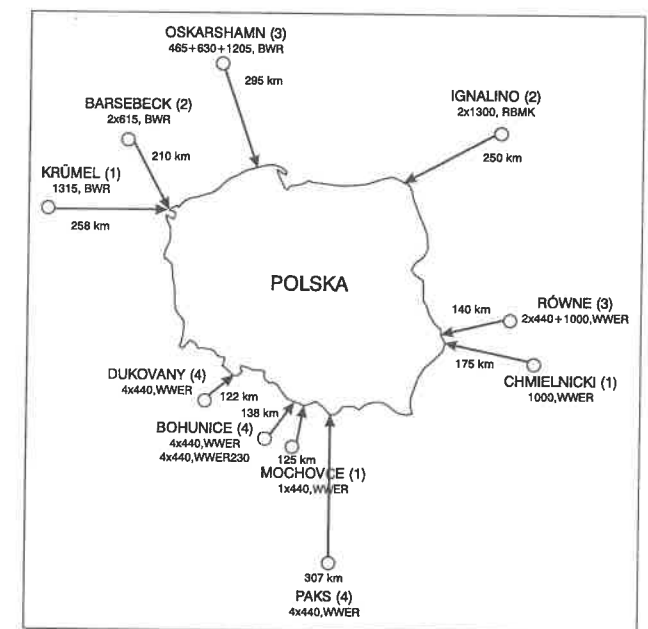
padek poważnej awarii o możliwych skutkach transgranicznych, koordynowanym przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej, promień strefy objętej planowaniem pilnych działań interwencyjnych, takich jak nakaz pozostania w pomieszczeniach zamkniętych, podanie preparatów ze stabilnym jodem, czy czasowe przesiedlenie ludności, nawet w przypadku bardzo poważnej awarii nadprojektowej, polegającej na poważnym uszkodzeniu rdzenia reaktora, dla współczesnych elektrowni jądowych nie przekracza 30 km od reaktora. Natomiast tzw. późne działania interwencyjne dotyczące przede wszystkim kontroli (pod względem radiologicznym) wody pitnej, żywności i pasz w zasadzie nie są planowane poza strefą o promieniu 300 km od miejsca awarii.

1.3.1. Obiekty jądowe zlokalizowane wokół Polski

Polska, nie posiadając sama elektrowni jądowych, ma w sąsiedztwie, w odległości do ok. 300 km od swych granic (rys. 1.16), 11 elektrowni jądowych (26 bloków – reaktorów energetycznych) o łącznej mocy zainstalowanej ok. 16 tys. MWe (odpowiada to mocy cieplnej ok. 51 tys. MWt).



Rys. 1.15. Umiejscowienie Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych CEZAR w systemie PAA w powiązaniu z instytucjami zewnętrznymi



Rys. 1.16. Elektrownie jądowe w odległości do ok. 300 km od granic Polski (w nawiasach podano liczbę czynnych reaktorów energetycznych)

Wyżej wymienione 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),

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

- 1 blok elektrowni Chmielnicki (Ukraina),
- 1 blok elektrowni Równe (Ukraina),
- 1 blok elektrowni Temelin (Czechy),

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 znajdują się 5 kolejnych bloków:

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

W 2000 r. poza drobnymi incydentami nie stwierdzono żadnych awarii w reaktorach jądrowych wokół Polski.

PAA otrzymuje, za pośrednictwem systemu INES Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej, zawiadomienia o zdarzeniach (incydentach lub 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 2000 roku otrzymano 23 zawiadomienia, z których 1 dotyczyło zdarzenia klasy 4 (szczegóły poniżej) 3 do-

tyczyły zdarzeń klasy 2 (incydenty), a pozostałe zawiadomienia dotyczyły zdarzeń klasy 1 (anomalie) lub 0 (po za skalą INES), które nie mają znaczenia dla bezpieczeństwa.

W sierpniu 2000 roku miał miejsce jeden poważny wypadek radiacyjny sklasyfikowany na poziomie 4 w skali INES, nie mający jednak żadnego związku z elektrownią jądrową. Na przedmieściach Kairu w Egipcie doszło do ciężkiego napromieniowania 5 osób, z których dwie, w tym małe dziecko, wkrótce zmarły. Napromieniowanie pochodziło od dużego źródła promieniotwórczego zawierającego około 1,8 TBq Irydu 192. Źródło to w niewyjaśnionych okolicznościach trafiło do mieszkania wieloosobowej rodziny. Prawdopodobnie źródło zaginęło lub zostało skradzione z terenu prac inżynierskich, gdzie wykorzystywane było do badań defektoskopowych.

W 2000 roku w ramach INES do CEZAR nadeszły 3 informacje o zdarzeniach w elektrowniach jądrowych znajdujących się w krajach sąsiadujących z Polską. W słowackiej elektrowni jądrowej Bohunice, po przeprowadzonych pracach konserwacyjnych w bloku 4, stwierdzono niewielkie przekroczenie dawek u wykonujących je pracowników. Dwukrotnie doszło do pożaru kabli elektrycznych w czeskiej elektrowni w Dukovanach. Miejsca zapalen kabli były poza budynkami głównymi i nie miały wpływu na bezpieczeństwo jądrowe, a straty nimi spowodowane były minimalne, więc sklasyfikowano je jako zdarzenia poza skalą INES, choć ze względu na duże zainteresowanie bezpieczeństwem w czeskich elektrowniach jądrowych o incydentach tych poinformowano opinię publiczną.

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, w ramach międzynarodowych porozumień biorą udział inspektorzy Wydziału Analiz i Nadzoru Obiektów Jądrowych.

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

W działającym od 1997 r. w strukturze Dep. Bezpieczeństwa Jądrowego i Radiacyjnego PAA, Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych CE-

ZAR w roku 2000, podobnie jak w 1999, kontynuowano prace związane z przygotowaniem Centrum do odpowiedniego pełnienia swych funkcji wspomagających działania Prezesa 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 niezbędnymi do oceny sytuacji radiacyjnej kraju, w tym w szczególności przez służbę meteorologiczną, oraz weryfikacja i analiza informacji uzyskiwanych z innych źródeł;
- obsługa 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 2000 roku zainstalowano w Centrum kolejną, ulepszoną wersję duńskiego informatycznego systemu wspomagania decyzji ARGOS NT (wersja 2.0.0). Umożliwia on analizę i ocenę sytuacji zagrożenia radiacyjnego o skali lokalnej (na obszarze 100×100 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 uzyskiwanie danych pomiarowych oraz danych o sytuacji meteorologicznej w za-

grożonym rejonie i wykonywanie prognoz rozwoju sytuacji na podstawie otrzymywanych danych o źródle zagrożenia. System ARGOS NT wyposażony jest w serwer WINDOWS NT 4.0 oraz stację roboczą. 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 2000 roku zakończono realizację projektu polegającą na wdrożeniu 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. Rozpoczęto próbną eksploatację systemu (zgodnie z założeniami projektu okres wstępnej eksploatacji trwa 2 lata). Dokonywano okresowego testowania sprzętu i oprogramowania. System RODOS ma stać się w najbliższych latach standardem europejskim w zakresie wspomagania decyzji w sytuacjach poważnych awarii obiektów jądrowych. W roku 2000 utworzona została także międzynarodowa grupa użytkowników systemu tzw. RODOS DSSNET. W grudniu 2000 r., w Pradze, odbyło się pierwsze spotkanie DSSNET, a także udostępniona została wstępna, dalekozasięgowa wersja systemu. Zostanie ona wdrożona i przetestowana w roku 2001.

W 2000 roku kontynuowano uzupełnianie i prowadzono bieżącą aktualizację 13 zainstalowanych w CEZAR baz danych 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 jądowego 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 2000 r. CEZAR uczestniczył w ćwiczeniu NATO INTEX-2000, międzynarodowym ćwiczeniu zorganizowanym wspólnie przez MAEA i Światową Organizację Meteorologiczną (IAEA/WHO *exercise*), dwóch testach notyfikacyjnych zorganizowanych przez Republikę Czech (test obejmował Chorwację, Polskę, Czechy, Rumunię, Słowację, Słowenię i Węgry), a także dwóch ćwiczeniach krajowych (wewnętrznych) zorganizowanych przez Słowację i Czechy.

1.3.3. Kontrola skażeń promieniotwórczych środowiska

Kontrolę skażeń promieniotwórczych na terenie kraju (poza terenami wokół obiektów jądowych w Świerku i KSOP w Różanie) prowadziła na zlecenie PAA w 2000 roku, podobnie jak w latach ubiegłych, 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 było systematyczne zbieranie i opracowywanie danych o stopniu zanieczy-

szczenia środowiska i żywności izotopami promieniotwórczymi pozwalające na:

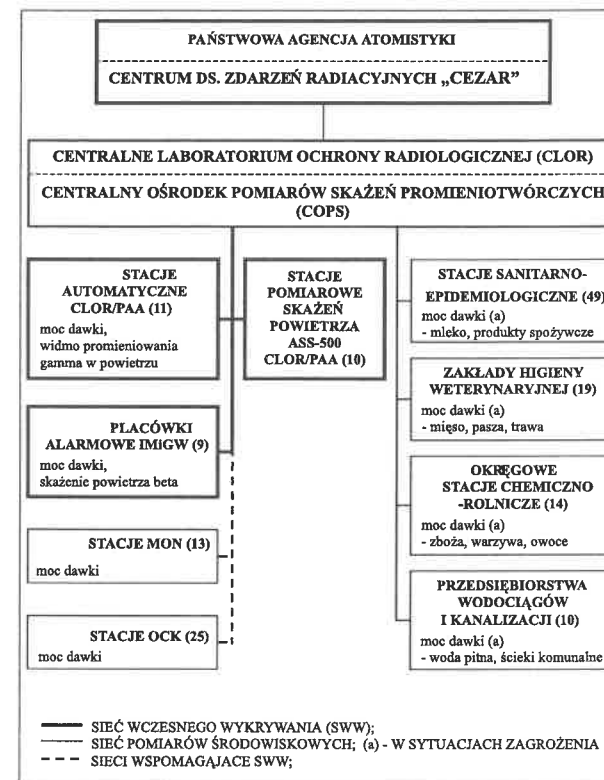
- ocenę sytuacji radiologicznej w kraju i ocenę zagrożenia radiacyjnego ludności;
 - prognozowanie skutków powodowanych zanieczyszczeniem środowiska substancjami promieniotwórczymi oraz formułowanie ewentualnych zaleceń w tym zakresie;
 - wypełnienie postanowień konwencji i umów dwustronnych o wczesnym powiadamianiu o awariach jądowych.
- 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 prowadziła 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 10, 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 Radio-



Rys. 1.17. System pomiarów skażeń promieniotwórczych

logicznej, sieć wczesnego wykrywania (stanowiąca podsystem w systemie Państwowego Monitoringu Środowiska) oraz inne placówki pomiarowe (rys. 1.17).

1. Sieć wczesnego wykrywania tworzą:

Stacje pomiarowe PAA:

- **jedenastcie 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).
 - intensywności opadów atmosferycznych oraz temperatury otoczenia.

- **dziesięć stacji typu ASS-500, które wykonują:**

– ciągłe zbieranie aerozoli atmosferycznych na filtrze i spektrometryczne oznaczanie poszczególnych izotopów w próbie 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 2000, w ramach prac nad przystosowaniem terenowych stacji ASS-500 do ciągłego zbierania i przekazywania danych pomiarowych do jednostki centralnej, zakończono instalowanie oraz uruchomiono w dziewięciu stacjach terenowych spektrometry AS-01, które poprzez komputery stacyjne przesyłają dane do komputera centralnego w CLOR, a następnie do Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych w PAA. Zainstalowanie tych urządzeń umożliwiło włączenie stacji ASS-500 do systemu wczesnego wykrywania skażeń, spełniającego wymagania aktualnych standardów europejskich i w pełni zaspokajają 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. 1.18.



Rys. 1.18. Lokalizacja stacji i placówek wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych

Obecnie w placówkach tych trwają prace nad uruchomieniem nowych urządzeń do pomiarów mocy dawki i skażeń powietrza.

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 promieniowania gamma. Wyniki pomiarów przesyłane są automatycznie do Centralnego Ośrodka Analizy Skażeń (COAS) w Szefostwie Wojsk Obrony Przeciwdrobnoczącej 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 odpowiednio: przez COAS oraz Sztab OCK.

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

Stacje Sanitarno-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. 1.19.
- 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. 1.19. 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 Jądowego 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, jako wysokoczułe stacje pomiaru aktywności powietrza, i 11 automatycznych stacji PMS (należących do resortu 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 13 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 i działającą na jej zlecenie.

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 jądowej, ratyfikowanej przez Polskę w 1988 roku). KPK jest również elementem systemu dwustronnego powiadomienia o zagrożeniach radiacyjnych, w ramach podpisanych przez Polskę umów z krajami sąsiednimi.

W 2000 r. Krajowy Punkt Kontaktowy uczestniczył w jednodniowym (27.06.) międzynarodowym ćwiczeniu pt. „WMO/IAEA Global Communication Test” dotyczącym hipotetycznej awarii w elektrowni jądowej w Angra (Brazylia). Sprawdzana była sprawność odbierania i przesyłania informacji między punktami kontaktowymi poszczególnych krajów oraz Ośrodkiem Awaryjnego Reagowania (ERC) w MAEA. Ponadto w 2000 r. KPK otrzymał z MAEA-ERC:

- retransmisję informacji (30.08.2000 r.) Ministerstwa Energii Atomowej Federacji Rosyjskiej o sytuacji radiacyjnej w rejonie miejsca zatopienia podwodnej łodzi atomowej „Kursk”.

- Informacje (04.-07.12.2000 r.) o sprzedaży w sieci supermarketów Carefour zegarków z metalowymi bransoletkami zawierającymi izotop Co-60; wyjaśniono, że zegarki takie nie były sprzedawane w Polsce.

Żadnych awarii jądrowych, a także poważniejszych zdarzeń radiacyjnych w roku 2000 nie było.

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 2000 r. ODSA przyjął 56 zgłoszeń, z czego 13 przypadków wymagało wyjazdów ekip interwencyjnych na miejsce zdarzenia. Zgłoszenia te dotyczyły głównie:

- kradzieży, zagubienia lub uszkodzenia źródeł promieniotwórczych – 17
 - znalezienia źródeł promieniotwórczych w miejscach ogólnodostępnych – 13
 - pożarów w obiektach ze źródłami promieniotwórczymi – 1
 - zakłóceń pracy urządzeń zawierających źródła promieniotwórcze – 8
 - nielegalnego posiadania materiałów promieniotwórczych – 1
 - innych przyczyn (wykazywanie przez przyrządy pomiarowe podwyższone promieniowania, incydenty związane z przekraczaniem granicy państwa, niedomogi organizacji pracy, w tym zatrudnianie nie przeszkolonego personelu) – 12
- Wyjazdy ekip interwencyjnych ODSA dotyczyły głównie:

- zatrzymanych na granicy państwa transportów przesyłek wykazujących podwyższony poziom promieniowania (5);
- niesprawności urządzeń ze źródłami promieniotwórczymi (2).

W 2000 r. ODSA udzielił 180 konsultacji nie związanych z interwencją ekipy ODSA. Około 30% konsultacji udzielana była Granicznym

Punktem Kontroli (GPK) w związku z przewożonymi przez granicę materiałami wykazującymi podwyższony poziom promieniowania. Materiały te w większości przypadków były minerałami wykazującymi naturalną promieniotwórczość.

Ponadto do ODSA zgłoszono 72 transporty źródeł promieniotwórczych z czego 7 przypadków dotyczyło przewozu tranzytowego.

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

1.3.5. Działalność kontrolna służb granicznych

Istotnym elementem systemu ochrony radiologicznej kraju, w zakresie wykrywania nielegalnego przewozu przez granicę państwa materiałów i źródeł promieniotwórczych, jest działalność kontrolna Straży Granicznej. Na przejściach granicznych było zainstalowanych w 2000 r. 131 tzw. bramek dozymetrycznych UK-1M i UKO-1M (z czego ok. 50% dotyczy przejść drogowych), umożliwiających wykrywanie niskoaktywnych źródeł gamma-promieniotwórczych. Poza tym funkcjonariusze Straży Granicznej oraz Urzędów Celnych są wyposażeni w przenośne przyrządy do pomiarów mocy dawki promieniowania i skażeń promieniotwórczych. W 2000 roku funkcjonariusze Straży Granicznej skontrolowali radiometrycznie ok. 73 000 000 środków transportowych z czego ok. 99% stanowiły samochody osobowe. W ok. 12 000 przypadków urządzenia kontrolne zarejestrowały podwyższony poziom promieniowania, w wyniku czego po przeprowadzonych czynnościach kontrolnych nie zezwolono na wjazd do Polski 22 transportom. W 2000 r. nie zarejestrowano przypadku przemytu materiałów jądrowych lub źródeł promieniotwórczych.

1.4. POSTĘPOWANIE Z ODPADAMI 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 przerobie).
- alfapromieniotwórcze (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 składowane w tzw. składowiskach powierzchniowych zapewniających izolowanie składowanych materiałów w okresie 300 lat. Odpady wysokoaktywne i alfapromieniotwórcze 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 alfapromieniotwórczych i wysokoaktywnych, spo-

sób 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 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 Różanie przechowywane są również tymczasowo odpady alfapromieniotwórcze przewidziane do przeniesienia do ostatecznego miejsca składowania po zamknięciu składowiska.

Ilości odpadów odebranych przez ZDUOP w 2000 roku podano w tabeli 1.9.

Tabela 1.9.

Źródła odpadów	Odpady stałe [m ³]	Odpady ciekłe [m ³]
Medycyna, przemysł, badania naukowe	45,85	1,09
Produkcja izotopów	11,9	0,4
Instytut Energii Atomowej (w tym reaktory badawcze)	27,58	273,5
ogółem:	85,33	274,99

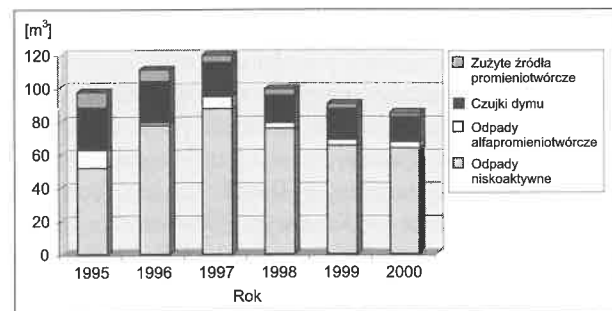
W tym:

- odpady alfa promieniotwórcze – 3,74 m³
- wycofane z eksploatacji czujki dymu – 24 367 szt.
- zużyte źródła promieniotwórcze – 899 szt.

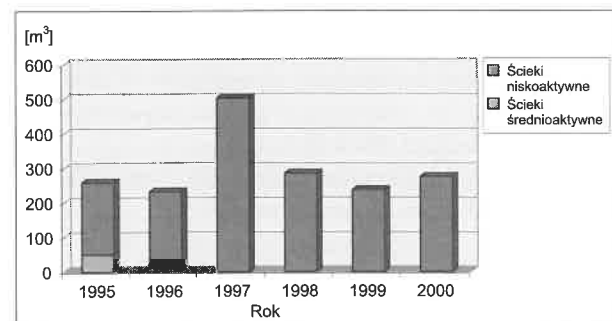
W stosunku do roku 1999 ilość odebranych odpadów stałych uległa zmniejszeniu o 5,8%,

a odpadów ciekłych zwiększeniu o 13,9%, wzrosła liczba przekazanych zużytych zamkniętych źródeł promieniotwórczych z 862 do 899 szt., natomiast liczba czujek dymu zmalała z 29 682 szt. do 24 367, tj. o ok. 18%.

Ilości i strukturę stałych i ciekłych odpadów promieniotwórczych odebranych od użytkowników materiałów promieniotwórczych w latach 1995-2000 przedstawiono na rys. 1.20 i 1.21.



Rys. 1.20. Ilość stałych odpadów promieniotwórczych odebranych przez ZDUOP od użytkowników materiałów promieniotwórczych w latach 1995-2000



Rys. 1.21. Ilość ciekłych odpadów promieniotwórczych odebranych przez ZDUOP od użytkowników materiałów promieniotwórczych w latach 1995-2000

W 2000 roku przekazano do KSOP w Różanie ok. 44,87 m³ przetworzonych odpadów o łącznej aktywności ok. 1399,9 GBq. Wypalone paliwo jądrowe 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).

2. 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;
- zawartość naturalnych i sztucznych izotopów promieniotwórczych w głównych komponentach środowiska naturalnego, a w konsekwencji w podstawowych artykułach spożywczych, obrazująca narażenie wewnętrzne ludzi w wyniku wchłonięcia izotopów drogą pokarmową.

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

Wykonane w 2000 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. Tylko w niektórych artykułach

spożywczych pochodzenia zwierzęcego (mięso z dziczyzny) oraz roślinnego (grzyby leśne) obserwuje się nadal obecność 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

¹ Opracowano głównie na podstawie materiałów Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej

w pkt. 2.1, 2.2 i 2.3 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 Jeleń-Górze.

Środki na realizację tych pomiarów pochodzą z budżetu PAA, przy czym w przypadku drugiej grupy wykonywanie pomiarów jest dodatkowo dofinansowywane przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu.

2.1. POWIETRZE ATMOSFERYCZNE

2.1.1. Poziom promieniowania gamma

Poziom promieniowania gamma, uwzględniający promieniowanie ziemskie (pochodzące od promieniotwórczych nuklidów zawartych w powierzchniowej warstwie gruntu) 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 (p. rys. 1.18),
- dawkomierzy termoluminescencyjnych umieszczonych na wysokości 1 m nad powierzchnią ziemi w 256 punktach pomiarowych na terenie kraju (rys. 2.1).

Wykonane w 2000 r. pomiary wskazują, że średnie wartości mocy dawek promieniowania gamma zawierały się – zależnie od miejsca pomiaru – w granicach od ok. 44 nGy/h (5 μR/h) do



Rys. 2.1. Rozmieszczenie punktów pomiarowych tła promieniowania gamma w Polsce w 2000 r.

ok. 141 nGy/h (16,3 μR/h). Wartości mocy dawki promieniowania gamma w poszczególnych regionach kraju, wyznaczone na podstawie pomiarów wykonanych w 256 punktach pomiarowych, przedstawiono w tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Średnie, minimalne i maksymalne wartości mocy dawki tła promieniowania gamma dla poszczególnych województw w 2000 roku

Województwo	Moc dawki promieniowania gamma [nGy/h]		
	średnia	min	max
Dolnośląskie	80,9	50,5	115,0
Kujawsko-Pomorskie	66,1	58,2	75,3
Lubelskie	69,3	54,1	97,4
Lubuskie	65,6	57,4	75,8
Łódzkie	61,4	54,6	71,3
Małopolskie	80,9	60,7	141,6
Mazowieckie	65,2	52,8	82,0
Opolskie	78,2	68,8	94,6
Podkarpackie	73,6	43,8	86,8
Podlaskie	77,0	63,4	90,7
Pomorskie	63,8	51,3	80,4
Śląskie	73,5	55,3	92,9
Świętokrzyskie	66,8	55,3	82,6
Warmińsko-Mazurskie	76,6	66,5	85,8
Wielkopolskie	63,0	45,4	74,2
Zachodniopomorskie	65,4	54,9	80,0
Polska	72,2	43,8	141,6

Wyniki pomiarów wskazują, że poziom promieniowania gamma w Polsce w 2000 r. nie odbiegał od poziomu z roku 1985. Wyższe wartości mocy dawki promieniowania gamma występują głównie na południu kraju i wynikają z lokalnych warunków geologicznych decydujących o poziomie promieniowania ziemskiego.

2.1.2. Aerozole atmosferyczne

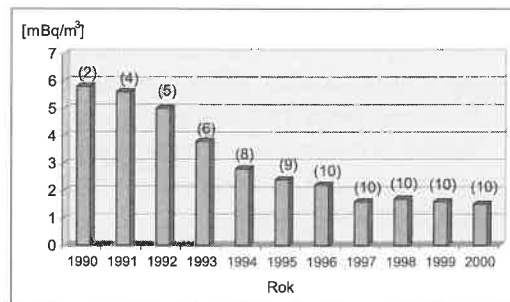
Pomiary radioaktywności aerozoli atmosferycznych w przyziemnej warstwie powietrza w 2000 r. wykonywane były systematycznie przez 10 wysokoczułych stacji ASS-500 (p. rys. 1.18), oznaczających stężenie poszczególnych izotopów promieniotwórczych w próbkach tygodniowych, oraz przez 9 stacji alarmowych IMiGW, wykonujących pomiary globalnej zawartości izotopów betapromieniotwórczych w próbkach dobowych.

Wyniki pomiarów stacji ASS-500 wskazują, że w 2000 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. 14,6 $\mu Bq/m^3$ (średnio 1,5 $\mu Bq/m^3$). Średnie wartości stężeń naturalnego izotopu berylu ($Be-7$) oraz radonu ($Rn-222$) wynosiły odpowiednio kilka milibekereli i kilka bekereli ($w m^3$).

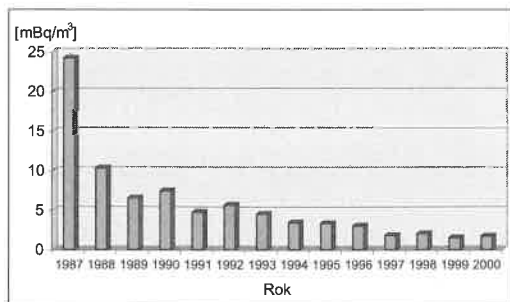
Wykonane w 1998 r. pomiary zawartości $Cs-137$ w troposferze i dolnej atmosferze wskazują, że na wysokości 15 km nad poziomem morza stężenie tego izotopu jest około dwukrotnie wyższe od wartości maksymalnych zarejestrowanych w warstwie przyziemnej powietrza.

W stacjach alarmowych IMiGW w 2000 r. prowadzono prace nad wdrożeniem nowych urządzeń do prowadzenia ciągłych pomiarów globalnych zawartości sztucznych izotopów alfa- oraz betapromieniotwórczych w powietrzu. Przewiduje się, że urządzenia te wejdą do rutynowej eksploatacji w roku 2001.

Podane powyżej wyniki wskazują, że w 2000 r. stężenia sztucznych izotopów cezu 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 1990-2000 oraz



Rys. 2.2. 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. 2.3. Zmiany średnich rocznych wartości stężeń $Cs-137$ w powietrzu w Warszawie w latach 1987-2000

w Warszawie (1987-2000), określone na podstawie pomiarów prowadzonych za pomocą stacji ASS-500, przedstawiono na rys. 2.2 i 2.3.

2.1.3. 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 2000 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 $Cs-137$ (aktywność izotopu $Cs-134$ 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 2000 roku

Tabela 2.2. Aktywność $Cs-134$, $Cs-137$ i $Sr-90$ oraz aktywność beta w średnim rocznym opadzie całkowitym w Polsce w latach 1985-2000

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
2000	<<0,1	0,7	<1,0	0,33

wynosiły, podobnie jak w roku ubiegłym, poniżej 1 Bq/m^2 przy czym średnia miesięczna radioaktywność $Cs-137$ w próbkach opadu zawierała się w granicach 0,03-0,13 Bq/m^2 . Wyniki pomiarów za okres 1987-2000 przedstawiono w tabeli 2.2.

Powyższe dane wskazują, że radioaktywność opadu całkowitego w Polsce w 2000 r. była na poziomie niższym niż w roku 1985 (próby jądrowe).

2.2. 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 cm^1 . Wyniki pomiarów próbek gleby pobranych w 1998 r. z 256 punktów kontrolnych (rys. 2.1) wskazują, że za-

nieczyszczenia 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/m^2 , 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 2.3, a średnie zawartości izotopów cezu dla gleby w Polsce w latach 1988-1999 podano na rys. 2.4

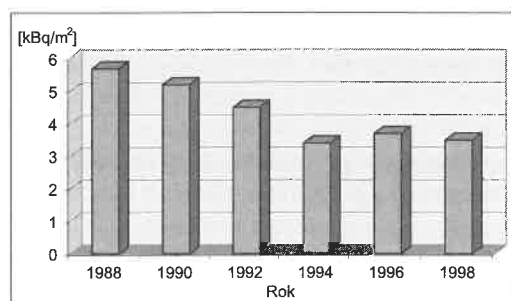
Ponadto przeprowadzone w placówkach sieci pomiarów skażeń pomiary globalnej aktywności beta (łącznie z izotopami naturalnymi) w próbkach glebowych pobranych w 2000 r. wskazują, że stężenia izotopów betapromieniotwórczych w powierzchniowej warstwie niekulturowanej gleby zawierały się w granicach od ok. 245 do ok. 1099 Bq/kg (średnio ok. 586 Bq/kg) i były na poziomie rejestrowanym w latach 1989-1998.

Tabela 2.3. Średnie stężenia radionuklidów w powierzchniowej warstwie (0-10 cm) gleby w poszczególnych województwach (wg danych z 1998 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

¹ Pomiary te wykonuje się co dwa lata

- Powyższe dane pozwalają stwierdzić, że:
- zawartość sztucznego izotopu Cs-137 w glebie pochodzi głównie z okresu awarii czarnobylskiej i ulega powolnemu spadkowi wynikającemu głównie z półokresu rozpadu tego izotopu, przy śladowej zawartości izotopu Cs-134,
 - średnia zawartość izotopu Cs-137 jest kilkadziesiąt razy niższa od średniej zawartości naturalnego izotopu K-40.



Rys. 2.4. Średnie stężenia izotopów Cs-134 + Cs-137 w powierzchniowej warstwie (0-10 cm) gleby w Polsce w latach 1988-1998

2.3. WODY OTWARTE ORAZ OSADY DENNE

2.3.1. Wody otwarte

Wyniki przeprowadzonych w 2000 r. w CLOR pomiarów zawartości izotopu Cs-137 oraz izotopów pochodzenia naturalnego, K-40 i Ra-226, w wodach Wisły i Odry wraz z ich dorzeczami (dwa razy w roku w 13 punktach kontrolnych) oraz w wodach 6 wybranych jezior i 4 rzek Przymorza (raz w roku w 10 punktach kontrolnych) przedstawiono w poniższej tabeli:

Tabela 2.4. Zakres stężeń wybranych radionuklidów w wodach otwartych w 2000 roku [Bq/m³]

	Cez-137	Rad-226	Tryt
Jeziora	1,7 – 14,4	0,3 – 1,9	1000 – 1600
Rzeki Przymorza	1,4 – 1,8	0,7 – 1,3	800 – 1300
Wisła, Odra i ich dorzecza	1,3 – 6,5	0,8 – 56,4	900 – 1800

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 43-298 Bq/m³, przy średniej wartości wynoszącej 123 Bq/m³.

Analiza wyników pomiarów wskazuje, że radioaktywność śródlądowych wód otwartych w Polsce w 2000 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 górnictwem (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.

2.3.2. Osady dennie

W 2000 r. w CLOR prowadzono pomiary radioaktywności osadów dennych wód otwartych śródlądowych oraz – wg programu MORS – dla strefy południowej Bałtyku. Próbkę osadów wód śródlądowych pobierano w tych samych punktach kontrolnych i z tą samą częstotliwością, co w przypadku pomiarów dotyczących wód otwartych. Próbkę osadów morskich pobierano dwukrotnie w ciągu roku w punktach kontrolnych określonych w programie MORS.

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

Tabela 2.5. Zakres stężeń wybranych radionuklidów w osadach dennych wód otwartych śródlądowych (rzeki i jeziora) w 2000 roku [Bq/kg s.m.]

	Cez-137	Rad-226	Potas-40
Jeziora	5,1 – 42,0	3,3 – 9,9	166 – 522
Rzeki Przymorza	1,7 – 3,2	12,3 – 20,6	
Wisła, Odra i ich dorzecza	1,0 – 41,0	4,2 – 117	

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

Zawartości radionuklidów w osadach dennych strefy południowej wód przybrzeżnych Bałtyku, w profilu 0-10 cm, w warstwach o grubości 1 i 2 cm, przedstawiono w tabeli 2.6.

Tabela 2.6. Zakres stężeń wybranych radionuklidów w osadach dennych strefy południowej wód przybrzeżnych Bałtyku [Bq/kg s.m.]

Naturalne		Sztuczne		
Potas-40	Rad-226	Cez-137	Pluton-239, 240	Pluton-238
991 – 1445	25,6 – 42,4	64,7 – 170,5	0,97- 4,47	0,033 – 0,142

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

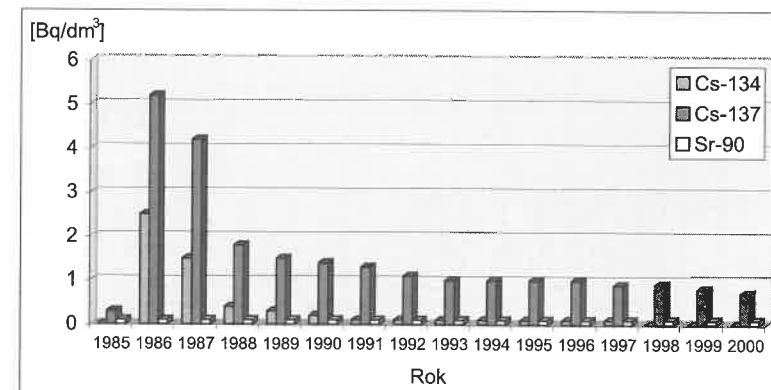
2.4. ARTYKUŁY SPOŻYWCZE I PRODUKTY ŻYWNOŚCIOWE

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 łączna zawartość izotopów cez-137 i cez-134 (będących pozostałościami skażeń wywołanych awarią reaktora w Czarnobylu w 1986 r.) nie może przekraczać 370 Bq/kg w mleku i jego przetworach oraz 600 Bq/kg we wszystkich innych produktach.

2.4.1. 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 racji pokarmowej w Polsce. W mleku płynnym (świeżym) w 2000 roku zawartości izotopów cezu, oznaczane w Stacjach Sanitarno-Epidemiologicznych, wynosiły średnio ok. 0,7 Bq/dm³, czyli były dwukrotnie wyższe, niż w roku 1985 (rys. 2.5). Warto dla porównania podać, że średnia zawartość naturalnego izotopu promieniotwórczego K-40 w mleku wynosi ok. 43 Bq/dm³.

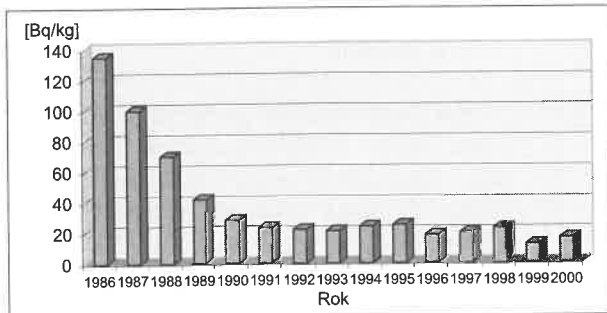
W proszku mlecznym uzyskanym z mleka odtłuszczonego zawartość izotopów cezu oznaczanych w CLOR w 2000 r. zawierała się w zakresie od 5 do ok. 78 Bq/kg, co w przeliczeniu na mleko płynne odpowiada zakresowi 0,4-6,5 Bq/dm³ (przy założeniu, że 1 kg proszku ≈ 12 dm³ płynu) i jest zgodne z wynikami analiz mleka płynnego. Rejestrowane roz-



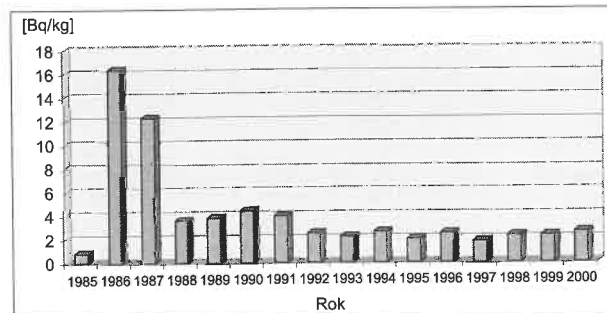
Rys. 2.5. Średnie roczne aktywności Cs-134+Cs-137 i Sr-90 w mleku w Polsce (1985-2000)

rzuty radioaktywności poszczególnych próbek dla mleka płynnego i sproszkowanego wynikają z różnych poziomów skażeń promieniotwórczych występujących po awarii czarnobylskiej w poszczególnych regionach kraju.

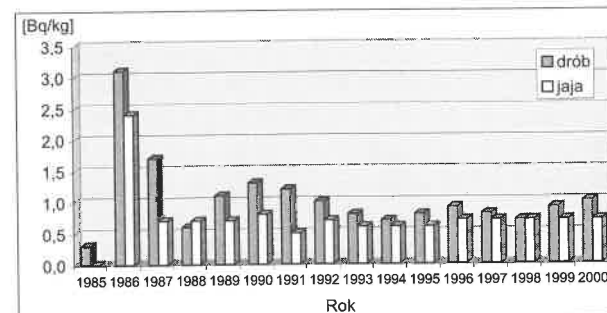
Zawartość izotopu Sr-90 w mleku płynnym świeżym oraz w mleku z proszku w 2000 roku nie przekraczała 0,2 Bq/dm³ tzn. była na poziomie z okresu przed awarią czarnobylską.



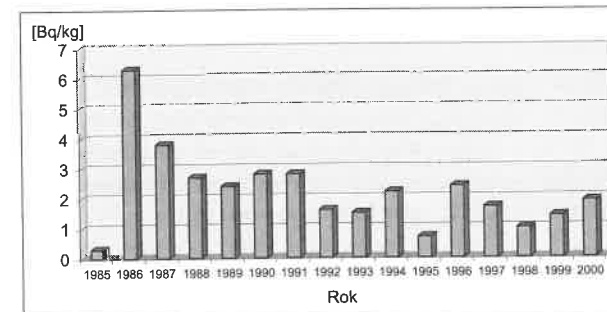
Rys. 2.6. Średnie roczne aktywności Cs-134+Cs-137 w dziczyźnie w Polsce (1986-2000)



Rys. 2.7. Średnie roczne aktywności Cs-134 + Cs-137 w mięsie hodowlanym w Polsce w latach 1985-2000



Rys. 2.8. Średnie roczne aktywności Cs-134 + Cs-137 w drobiu i w jajach w Polsce w latach 1985-2000.



Rys. 2.9. Średnie roczne aktywności Cs-134 + Cs-137 w rybach słodkowodnych w Polsce w latach 1985-2000

2.4.2. Mięso, drób i ryby

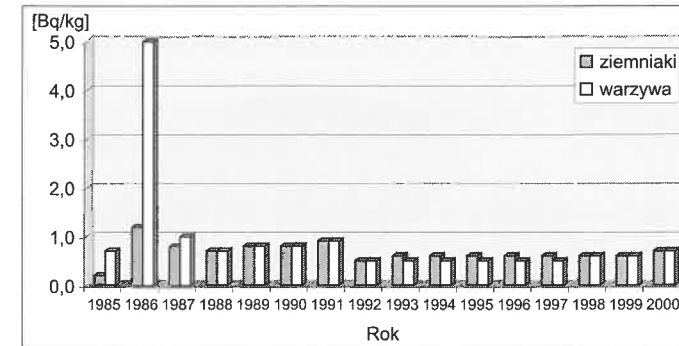
Pomiary zawartości izotopów cezu w różnych rodzajach mięsa zwierząt hodowlanych (wołowina, cielęcina, wieprzowina i baranina) i w dziczyźnie (dzik, sarna, jeleń), a także w mięsie z drobiu i w rybach słodkowodnych wykonywane były w 2000 r. w Stacjach Sanitarno-Epidemiologicznych, w Wojewódzkich Zakładach Higieny oraz w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej. Wyniki tych pomiarów przedstawiono na rys.2.6.-2.9. Zawartość izotopu Sr-90 w ww. rodzajach mięsa nie przekraczała wartości 0,1 Bq/kg.

Przedstawione na wykresach dane wskazują, że od 1992 roku zawartości izotopów cezu i strontu w mięsie, 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.

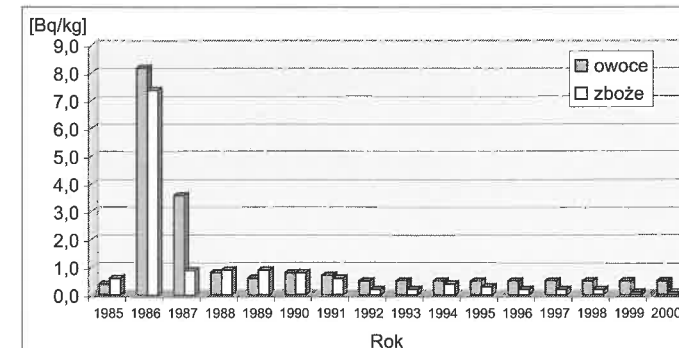
2.4.3. Warzywa, owoce, zboże, grzyby

Pomiary zawartości izotopów cezu i strontu w warzywach, owocach, grzybach i zbożu wykonywano w 2000 r. w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej, w Stacjach Sanitarno-Epidemiologicznych i w Okręgowych Stacjach Chemiczno-Rolniczych. Średnie stężenia izotopów cezu w ziemniakach i warzywach (rys. 2.10) oraz w owocach i zbożach (rys. 2.11) zawierały się w granicach 0,1-0,7 Bq/kg (przy wartościach pojedynczych 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.

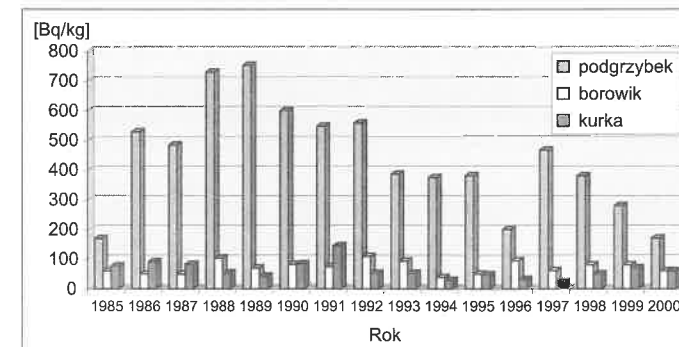
Stosunkowo wysoki poziom zawartości izotopów cezu, wynikający z za-



Rys. 2.10. Średnia aktywność Cs-134 + Cs-137 w ziemniakach i warzywach w Polsce w latach 1985-2000



Rys. 2.11. Średnia aktywność Cs-134 + Cs-137 w owocach i zbożach w Polsce w latach 1985-2000



Rys. 2.12. Średnie roczne aktywności Cs-134 + Cs-137 w grzybach leśnych w Polsce w latach 1985-2000

chowania się cezu w środowisku leśnym, utrzymuje się w grzybach leśnych. W 2000 r. średnie zawartości izotopu cezu 137 w trzech podstawowych gatunkach grzybów (rys. 2.12) zawierały się w granicach od ok. 170 Bq/kg (podgrzybek) do ok. 60 Bq/kg (borowik i kurka). W pojedynczych próbkach podgrzybków i borowików zawartości

te osiągają 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. Należy również zaznaczyć, że zawartość izotopów cezu w grzybach hodowlanych była w 2000 r. na poziomie niższym od 1Bq/kg.

Wyższe stężenia izotopu cezu 137 w stosunku do innych owoców, utrzymują się również w leśnych czarnych jagodach.

Zawartość izotopu Sr-90 w warzywach, owocach, zbożu i grzybach w 2000 roku nie przekraczała 1 Bq/kg, tj. utrzymywała się na poziomie z 1985 r.

2.5. NARAŻENIE RADIACYJNE LUDNOŚCI

Narażenie radiacyjne ludności określa się jako sumę narażeń pochodzących od naturalnych źródeł promieniowania oraz od źródeł sztucznych, tj. wytworzonych przez człowieka. Pierwszą grupę źródeł narażenia stanowi przede wszystkim promieniowanie kosmiczne oraz promienio-

wanie jonizujące emitowane przez radionuklidy stanowiące naturalne składniki wszystkich elementów środowiska przyrodniczego. Do drugiej grupy źródeł narażenia zalicza się wszystkie – wykorzystywane w różnych dziedzinach działalności gospodarczej, naukowej oraz dla celów medycznych – źródła sztuczne, takie jak aparaty

rentgenowskie, akceleratory, sztuczne izotopy, reaktory jądrowe i urządzenia radiacyjne. Narażenie radiacyjne człowieka nie może być zatem całkowicie wyeliminowane, a jedynie ograniczone. Nie mamy bowiem wpływu na poziom promieniowania kosmicznego, czy zawartość naturalnych radionuklidów w skorupie ziemskiej, istniejących od miliardów lat. Wspomnianemu ograniczeniu podlega natomiast narażenie wywołane sztucznymi źródłami promieniowania jonizującego i ograniczenie to określane jest przez tzw. dawki graniczne (limity), które – zgodnie z dotychczasową wiedzą – nie powodują szkodliwych skutków zdrowotnych. Należy przy tym zaznaczyć, że limity te nie obejmują dawek otrzymanych przez pacjentów w wyniku stosowania promieniowania w celach medycznych, jak również dawek otrzymanych przez człowieka podczas awarii radiacyjnych, czyli w warunkach, w których źródło promieniowania nie znajduje się pod kontrolą.

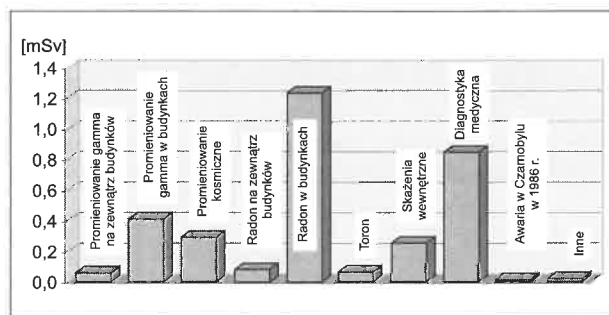
Limity narażenia uwzględniają napromieniowanie zewnętrzne oraz napromieniowanie wewnętrzne powodowane radionuklidami wnikałymi do organizmu człowieka poprzez drogę pokarmową lub oddechową i wyrażane są, podobnie jak dla narażenia zawodowego, jako:

- efektywny równoważnik dawki (dawka skuteczna) obrazujący narażenia całego ciała,
- równoważnik dawki (dawka równoważna) 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 w ogólnie dostępnym otoczeniu takich źródeł, z wyłączeniem narażenia wywołanego promieniowaniem naturalnym lub postępowaniem medycznym, wyrażana jako efektywny równoważnik

nik 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.

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 2000 r. wynosił ok. 3,30 mSv, tj. utrzymywał się na poziomie z ostatnich trzech lat (udział w tym różnych źródeł promieniowania przedstawiają rysunki 2.13 i 2.14). Wartość tę 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).



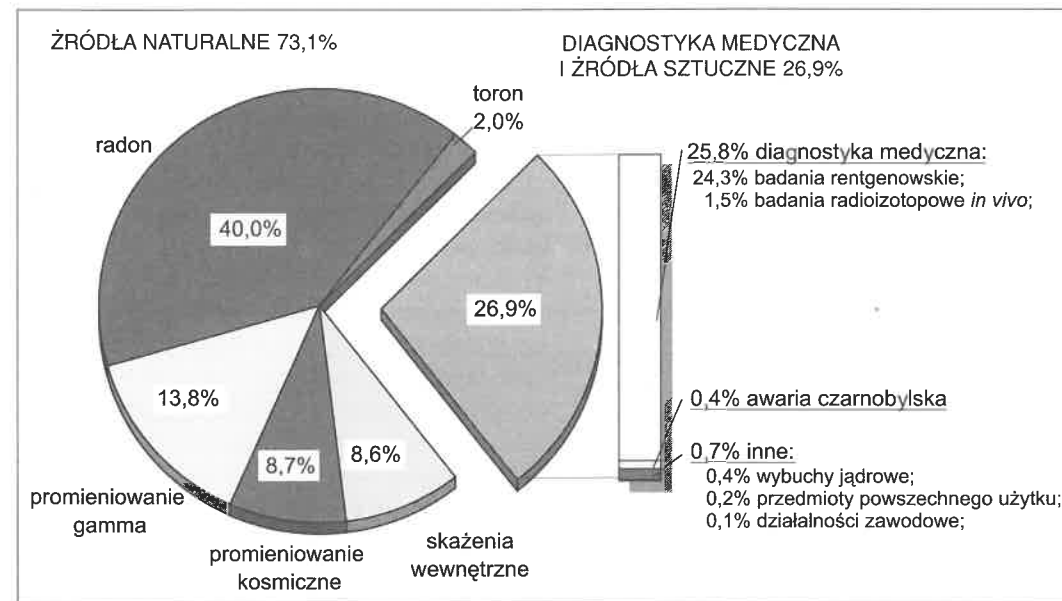
Rys. 2.13. Średnie roczne efektywne równoważniki dawki otrzymane w 2000 r. przez statystycznego mieszkańca Polski od różnych źródeł promieniowania jonizującego (3,30 mSv)

Narażenie od źródeł naturalnych

Jak już wspomniano, dawki graniczne nie obejmują narażenia na promieniowanie naturalne, tj. narażenia pochodzącego od:

- radonu i produktów jego rozpadu,
- promieniowania kosmicznego,
- promieniowania ziemskiego, tzn. promieniowania emitowanego przez naturalne radionuklidy znajdujące się w nienaruszonej skorupie ziemskiej,
- naturalnych radionuklidów wchodzących w skład ciała ludzkiego,

Przedstawione na rys. 2.5 i 2.6 dane wskazują, że w Polsce – podobnie, jak w wielu krajach europejskich – narażenie od źródeł naturalnych



Rys. 2.14. Udział różnych źródeł promieniowania jonizującego w średniorocznym efektywnym równoważniku dawki otrzymanej przez statystycznego mieszkańca Polski w 2000 r.

stanowi ok. 2/3 całkowitego narażenia radiacyjnego i, wyrażone jako tzw. dawka skuteczna, wynosi ok. 2,4 mSv/rok. Największy udział w tym narażeniu ma radon i produkty jego rozpadu, od których statystyczny mieszkaniec Polski otrzymuje dawkę wynoszącą ok. 1,3 mSv/rok. Należy również zaznaczyć, że narażenie statystycznego mieszkańca Polski od źródeł naturalnych jest około 1,5-2 razy niższe niż mieszkańca Finlandii, Szwecji, Rumunii, czy Włoch.

Narażenie medyczne

Narażenie statystycznego mieszkańca Polski w 2000 roku od źródeł promieniowania stosowanych w celach medycznych, głównie 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 Instytutu Medycyny Pracy – 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 raportu IMP z 1995 r. 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 stosowane aparaty oraz zakres diagnostycznych badań rtg w ciągu ostatnich 5 lat nie uległy zasadniczym zmianom – można przyjąć, że dane te są

aktualne również w 2000 r. Trzeba także przypomnieć, że limity narażenia ludności nie obejmują narażenia wynikającego ze stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych.

Narażenie podlegające ograniczeniu

Narażenie radiacyjne powodowane:

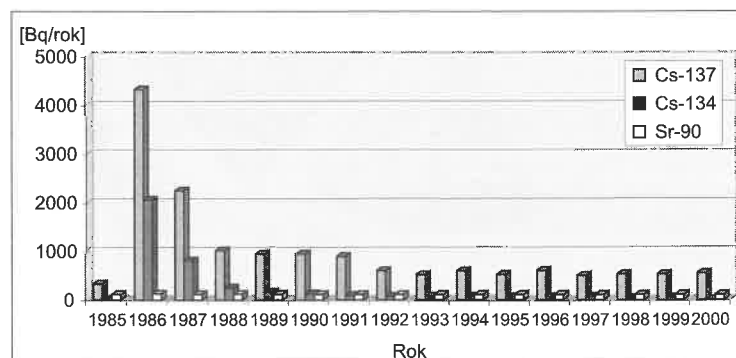
- obecnością sztucznych substancji promieniotwórczych w środowisku i żywności pochodzących z wybuchów jądrowych i awarii radiacyjnych,
- działalności zawodowych związanych ze stosowaniem źródeł promieniowania jonizującego,
- wykorzystywaniem wyrobów powszechnego użytku emitujących promieniowanie lub zawierających substancje promieniotwórcze,

podlega, w myśl zaleceń międzynarodowych, kontroli i ograniczeniom określanym przez dawki graniczne, ustalane przez kompetentne organy krajowe. Przepisy krajowe, zgodnie ze standardami międzynarodowymi, ustalają dawkę graniczną dla ludności jako wynoszącą 1 mSv rocznie.

Poniżej omówiono poszczególne składniki narażenia radiacyjnego statystycznego mieszkańca Polski w 2000 r. (wyrażając to narażenie w postaci efektywnego równoważnika dawki).

Narażenie od sztucznych radionuklidów w żywności i w środowisku oszacowano na ok. 0,026 mSv, przy czym poziomy narażenia od obydwu tych czynników były zbliżone. Wartości dotyczące żywności (narażenie wewnętrzne) wyznaczano na podstawie zawartości sztucznych radionuklidów w produktach spożywczych, uwzględniając ich spożycie (tzw. przeciętną rację pokarmową) przez statystycznego mieszkańca Polski. Dominujący udział w tym narażeniu przypada, podobnie do lat ubiegłych, artykułom mlecznym i mięsnym, natomiast grzyby i dziczyzna, pomimo znaczących zawartości Cs-137, nie wnoszą istotnego wkładu do tego narażenia ze względu na stosunkowo niskie ich spożycie. Da-

ne nt. rocznego wchłaniania z żywnością sztucznych radioizotopów, w latach 1985-2000, przedstawiono na rys. 2.15. Warto dodać, że narażenie od naturalnego izotopu potasu (K-40), występującego powszechnie w żywności, wynosi ok. 0,25 mSv rocznie, czyli ok. 20-krotnie więcej od narażenia powodowanego sztucznymi radionuklidami.



Rys. 2.15. Średnie roczne wniknięcie z żywnością Cs-134, Cs-137 i Sr-90 w Polsce w latach 1985-2000

Wartości obrazujące narażenie powodowane promieniowaniem emitowanym przez sztuczne radionuklidy zawarte w takich komponentach środowiska, jak gleba, powietrze i wody otwarte, określano na podstawie pomiarów zawartości poszczególnych radionuklidów w próbkach materiałów środowiskowych pobieranych w różnych regionach kraju (wyniki podano we wcześniejszej części niniejszego rozdziału). Uwzględniając lokalne różnice w poziomie zawartości izotopu Cs-137, ciągle obecnego w glebie i w żywności, można oszacować, że maksymalna wartość dawki może być ok. 5-krotnie wyższa od wartości średniej, co oznacza, iż narażenie powodowane sztucznymi radionuklidami nie przekracza 10% dawki granicznej.

Narażenie od przedmiotów powszechnego użytku wynosiło w 2000 r. ok. 0,007 mSv, tj. nie przekraczało 0,1% dawki granicznej. Podaną wartość wyznaczono głównie na podstawie pomiarów promieniowania emitowanego przez kineskopy telewizorów i izotopowe czujki dymu oraz promieniowania gamma emitowanego przez sztuczne radionuklidy wykorzystywane przy barwieniu glazury, czy porcelany.

Narażenie od działalności zawodowych ze źródłami promieniowania jonizującego, uwzględniające również odpady promieniotwórcze, wynosiło w 2000 r. ok. 0,003 mSv. (szczegółowe omówienie zagadnień związanych z tym narażeniem przedstawiono w poprzednim rozdziale).

Na podstawie danych przedstawionych w niniejszym rozdziale i w rozdziale poprzednim, można oszacować, że łączne narażenie radiacyjne statystycznego mieszkańca naszego kraju w 2000 r., powodowane promieniowaniem pochodzącym ze sztucznych źródeł promieniowania jonizującego (przy dominującym udziale narażenia pochodzącego od izotopu Cs-137, obecnego w środowisku w wyniku wybuchów jądrowych i awarii czarnobylskiej), wynosiło ok. 0,036 mSv, co stanowi ok. 3,6% dawki granicznej dla ludności, wynoszącej 1 mSv rocznie (warto przy tym podkreślić, że wartość 0,036 mSv stanowi zaledwie ok. 1,5% dawki otrzymywanej przez statystycznego mieszkańca Polski od źródeł naturalnych). Przytoczone dane pozwalają stwierdzić, że narażenie radiacyjne populacji Polski w 2000 roku, będące następstwem stosowania sztucznych źródeł promieniowania jonizującego, jest b. małe w świetle ogólnie przyjętych na świecie i stosowanych w kraju standardów narażenia radiacyjnego.

3. UWAGI KOŃCOWE

Niniejsze opracowanie jest kolejnym rocznym raportem Państwowej Agencji Atomistyki o stanie bezpieczeństwa jądrowego i radiacyjnego Polski w minionym 2000 roku, przedstawianym władzom Państwa zgodnie z wymogami stosownych przepisów.

Wielkim sukcesem Agencji w ubiegłym roku można nazwać opracowanie ostatecznego tekstu ustawy – Prawo atomowe. Przygotowane przez PAA zapisy zostały zaakceptowane w ramach uzgodnień międzyresortowych i po niewielkich uzupełnieniach zatwierdzone przez obydwie Izby Parlamentu. Ustawa nosi datę 29 listopada 2000 roku (ustawa wejdzie w życie 1 stycznia 2002 r. poza rozdziałem 13., dotyczącym Prezesa PAA, który już obowiązuje i w którym m.in. przywrócono bezpośrednią podległość Prezesa Agencji Premierowi). W Prawie atomowym

uwzględniono nie tylko nowe zalecenia specjalistycznych organizacji i zespołów międzynarodowych i nowe polskie wewnętrzne uwarunkowania prawne, ale również przyjęte w ostatnich latach przez Polskę konwencje międzynarodowe oraz dyrektywy Unii Europejskiej. Pozostaje jeszcze konieczność opracowania ok. 30. aktów wykonawczych (zgodnie z zawartymi w ustawie upoważnieniami) – rozporządzeń Rady Ministrów oraz Ministrów, m.in. Środowiska i Zdrowia, przy czym na szczególną uwagę zasługuje rozporządzenie w sprawie bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych (do tej pory brak tego rozporządzenia, pomimo stosownej delegacji również w „starym” Prawie atomowym).

W 2000 roku Polska ratyfikowała Konwencję o bezpiecznej gospodarce odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz dodatkowy protokół do zawartego przez Polskę porozumienia w sprawie zabezpieczeń materiałów jądrowych. Udoskonalano w dalszym ciągu system ochrony fizycznej oraz zabezpieczeń materiałów i obiektów jądrowych w Świerku. Stosowane przez nas rozwiązania prawne, organizacyjne i techniczne, jak również „szczelność” naszych granic w przypadku prób nielegalnego przewozu 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. Zbudowany ostatnio drugi blok elektrowni jądrowej w Mochovcach na Słowacji rozpoczął pod koniec ubiegłego roku okres normalnej eksploatacji komercyjnej, a w Republice Czeskiej rozpoczęto proces uruchamiania pierwszego bloku elektrowni jądrowej w Temelinie. Liczne w naszej prasie doniesienia o nieprawidłowościach w funkcjonowaniu tej elektrowni, normalnych w okresie rozruchu tego rodzaju inwestycji, nie dotyczyły awarii jądrowych układów elektrowni. Nie wnosimy żadnych zastrzeżeń do poziomu bezpieczeństwa jądrowego i radiacyjnego obydwu obiektów, znając je nie tylko z wizyt naszych ekspertów, ale i z udostępnionych nam wyników

analiz przeprowadzonych przez międzynarodowe zespoły specjalistów. Nasze częste kontakty z urzędami dozoru jądrowego obydwu krajów pozwalają na wysoką ocenę ich kompetencji i przyjętych przez nie procedur licencjonowania i nadzoru. Na Ukrainie definitywnie zakończono eksploatację ostatniego czynnego bloku elektrowni w Czarnobylu, spełniając tym samym jeden z naszych postulatów.

Kontynuowano w ubiegłym roku, przede wszystkim we współpracy z Danią, prace nad naszym nowym systemem 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. System ten uzupełniony jest nowoczesnym przewoźnym laboratorium spektrometrycznym. Istniejące oprogramowanie pozwala na analizowanie rozwoju sytuacji radiacyjnej w regionie, wizualizację zagrożeń i prognozowanie dalszego jej rozwoju. Niezależnie od rozbudowanych układów monitoringu radiacyjnego nadal głównym elementem naszego systemu ostrzegania o zagrożeniach radiacyjnych pozostają mechanizmy wczesnego powiadamiania o sytuacjach nadzwyczajnych, oparte przede wszystkim na stosownych porozumieniach z krajami sąsiadującymi z Polską. Okresowe spotkania z naszymi sąsiadami pozwalają na weryfikowanie przyjętych proce-

dur. Przyjęte w nowym Prawie atomowym rozwiązania stwarzają podstawę prawną do podejmowania właściwych działań interwencyjnych na wypadek zdarzeń radiacyjnych, co jest tym ważniejsze, że brak do tej pory innych ustaw określających postępowanie Państwa w razie zaistnienia szczególnych zagrożeń pochodzenia naturalnego czy przemysłowego.

Istotnym elementem, mającym decydujący wpływ na rozumienie realnych zagrożeń radiacyjnych i na właściwe postępowanie w przypadku takich zagrożeń, jest znajomość zagadnień wchodzących w zakres atomistyki. Państwowa Agencja Atomistyki przywiązuje dużą wagę do swojej działalności w zakresie szeroko rozumianej edukacji społecznej. Jak wynika z przedstawionego opracowania, realizuje to przez wydawanie różnego rodzaju materiałów edukacyjnych, produkcję filmów, organizację wystaw, uczestnictwo w imprezach popularnonaukowych itp.

Przedkładana w niniejszym opracowaniu informacja o stanie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce pozwala na stwierdzenie, 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.

Prof. Jerzy Niewodniczański
Prezes Państwowej Agencji Atomistyki