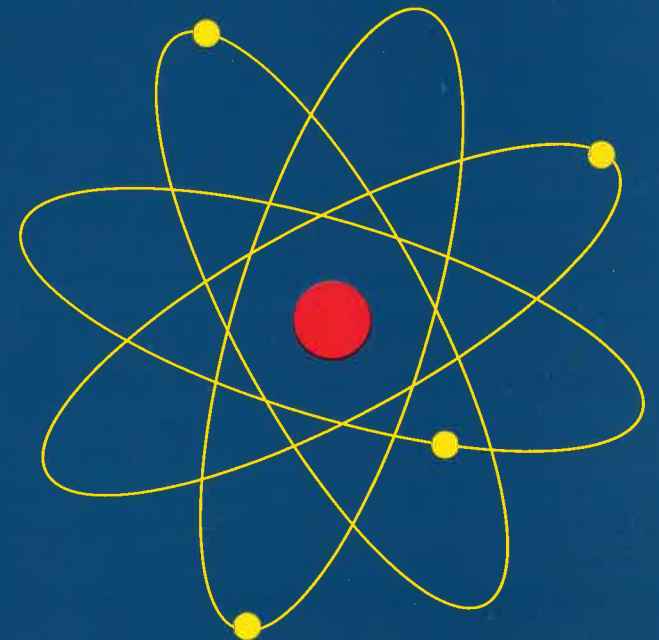


*BEZPIECZEŃSTWO
JĄDROWE*

i

*OCHRONA
RADIOLOGICZNA*



PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI

BEZPIECZEŃSTWO JĄDROWE i OCHRONA RADIOLOGICZNA

BIULETYN INFORMACYJNY PAŃSTWOWEJ AGENCJI ATOMISTYKI

Nr 20 – 1994
Warszawa

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	2
Witold Łada Problemy bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej elektrowni w Czarnobylu	3
Eugeniusz Dziuk Medyczne aspekty awarii radiacyjnych	7
Bożena Gostkowska Jak zostać inspektorem ochrony radiologicznej?	11
Informacja Państwowej Agencji Atomistyki o stanie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce w 1993 roku	15

Wydawca
PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI

Redakcja: 00-921 Warszawa, ul. Krucza 36
tel. 29 85 93, 628 02 41 w. 446

Redaktor Naczelny
LESZEK MŁYNARCZYK

Przewodniczący Rady Programowej
WITOLD ŁADA

ISSN 0867-4752

Druk: WEMA

Szanowni Państwo,

Przed pięciu laty, w 1989 r. z inicjatywy Głównego Inspektora Dozoru Jądrowego, zaczął się ukazywać biuletyn informacyjny „Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna”.

Dziś przekazujemy do rąk Państwa dwudziesty numer naszego pisma, które jako kwartalnik wydawane będzie przez Państwową Agencję Atomistyki. Dość długa przerwa między wydaniem 19 i 20 numeru biuletynu spowodowana była zmianą wydawcy, a także szaty graficznej pisma. Za nieukazanie się 20 numeru pisma w przewidywanym czasie przepraszamy Szanownych Czytelników.

Potrzebę wydawania tego typu publikacji potwierdzają praktyczne doświadczenia służb państwowych sprawujących w kraju nadzór i kontrolę nad wszelkiego typu działalnością związaną z wykorzystaniem energii atomowej. Dotyczy to przede wszystkim budowy i eksploatacji obiektów jądrowych, składowisk odpadów promieniotwórczych, budowy i eksploatacji urządzeń wykorzystujących źródła promieniowania, produkcji i obrotu materiałów i źródeł promieniotwórczych itp.

Działalność ta wymaga szczegółowych regulacji prawnych, precyzujących wymagania i warunki niezbędne dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego oraz ochrony radiologicznej ludzi i środowiska.

Upowszechnianie i interpretacja przepisów regulujących działalność w zakresie wykorzystania energii atomowej stanowić więc będzie, tak jak dotychczas, jeden z głównych kierunków linii programowej naszego pisma.

Istotne znaczenie przywiązywać będziemy też do prezentowania i popularyzowania w piśmie wiedzy o zagrożeniach związanych z wykorzystywaniem energii atomowej i źródeł promieniowania jonizującego oraz środkach i przedsięwzięciach techniczno-organizacyjnych i prawnych, które wykorzystanie energii jądrowej czynią bezpiecznym.

Ponieważ odbiorcami i czytelnikami kwartalnika „Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna” są głównie instytucje i osoby pośrednio lub bezpośrednio związane z problematyką wykorzystania źródeł promieniowania jonizującego i instalacji jądrowych, chcielibyśmy położyć szczególny nacisk na praktyczną wiedzę i informacje z zakresu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej.

Dla ukierunkowania pisma na zagadnienia mające istotne znaczenie w praktycznej działalności szczególnie przydatne i cenne byłyby uwagi i propozycje naszych Czytelników przekazywane do redakcji. Oczekujemy więc zarówno na uwagi dotyczące przepisów bezpieczeństwa i ochrony radiologicznej, jak i na uwagi oraz propozycje dotyczące treści i tematyki zamieszczanych w piśmie materiałów.

Pragniemy jednocześnie poinformować naszych Czytelników, że istnieje możliwość publikowania w naszym piśmie, nadsyłanych przez Państwa, artykułów o tematyce odpowiadającej profilowi pisma.

Mamy nadzieję, że ten i kolejne numery kwartalnika „Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna” będą dla Państwa zarówno interesującą lekturą jak i pomocą w działalności zawodowej.

Główny Inspektor Dozoru Jądrowego

PROBLEMY BEZPIECZEŃSTWA JĄDROWEGO I OCHRONY RADIOLOGICZNEJ ELEKTROWNI W CZARNOBYLU

Witold Łada

Minęło 8 lat od awarii 4. bloku elektrowni atomowej w Czarnobylu, a problem „Czarnobyl” jest wciąż aktualny. W środkach publicznego przekazu zamieszcza się różne opinie o skutkach awarii, jak również różne informacje o aktualnym zagrożeniu radiologicznym, wynikającym z niewłaściwego zabezpieczenia bloku 4 po awarii. Pojawiają się w prasie tytuły w rodzaju „Czarnobyl wciąż groźny”, „Widmo Czarnobyla nie minęło” albo „Czarnobyl już nie stanowi poważnego zagrożenia”.

Używając hasła „Czarnobyl” dziennikarze nie odróżniają bloku 4, w którym nastąpiła poważna awaria w 1986 r., od dwóch pracujących bloków elektrowni w Czarnobylu. Tymczasem rodzaj i skala zagrożenia od bloku 4 zwanego sarkofagiem, jest zupełnie różna od potencjalnego zagrożenia od bloków pracujących.

Na temat stanu bezpieczeństwa jądrowego i radiologicznego bloku 4 prowadzono wiele badań naukowych, technicznych i dozymetrycznych od momentu awarii. Wyniki tych prac zaprezentowano na sympozjum zorganizowanym w dniach 14–18.03.1994 r. przez ukraiński komitet bezpieczeństwa jądrowego i radiologicznego.

Przedmiotem sympozjum była prezentacja wyników prac naukowych, technicznych, pomiarowych, prowadzonych przez instytucje naukowe, służby ochrony radiologicznej, zdrowia i ochrony środowiska z Rosji, Ukrainy i Białorusi.

Sympozjum dotyczyło:

1. Bezpieczeństwa jądrowego i radiologicznego ze szczegółowym uwzględnieniem paliwa reaktorowego.
2. Technicznego stanu konstrukcji sarkofagu.
3. Odpadów promieniotwórczych.
4. Skutków zdrowotnych i biologicznych dla personelu i mieszkańców.
5. Regulacji prawnych dotyczących dalszego postępowania z obiektem R4.

W sympozjum uczestniczyły 172 osoby, w tym 24 osoby reprezentujące instytucje ochrony radiologicznej i bezpieczeństwa jądrowego z USA, Kanady, Wielkiej Brytanii, Francji, Niemiec, Szwecji, Finlandii i Polski. Oprócz oficjalnych uczestników, w obradach poszczególnych sekcji brali udział przedstawiciele różnych środowisk z Ukrainy, Rosji i Białorusi. Wygłoszono 57 referatów oraz kilka relacji uzupełniających, przekazanych w czasie dyskusji. Seminarium prowadzono w czterech równoległych sekcjach:

Sekcja A – bezpieczeństwo jądrowe i radiologiczne sarkofagu,

Sekcja B – stan struktury budowlanej,
Sekcja C – problem odpadów wewnątrz i na zewnątrz sarkofagu,
Sekcja D – skutki zdrowotne i biologiczne.

W sekcji A były prezentowane wyniki badań dotyczące paliwa i materiałów rozszczepialnych wewnątrz sarkofagu. W momencie awarii w reaktorze znajdowało się 190 276 kg paliwa, w tym około 3,5 tony U-235, 350–650 kg Pu-239 (takie liczby przytaczano w wystąpieniach) oraz Pu-240 i Ciur-244 oraz produkty rozszczepienia. Istnienie Pu-240 i Ciur-244 w stopionej lawie jest szczególnie niebezpieczne, gdyż ulegają one spontanicznemu rozszczepieniu, podczas którego emitowane są neutrony. Przy tak dużych ilościach materiałów rozszczepialnych, dużej ilości wody, lekkich pierwiastków wewnątrz lawy oraz ze względu na fakt powstawania neutronów przy spontanicznym rozszczepieniu Pu-240 i Ciur-244 istniało niebezpieczeństwo samorzutnej reakcji łańcuchowej. Celem badań paliwa wewnątrz sarkofagu, prowadzonych już od pierwszych tygodni po awarii, było określenie prawdopodobieństwa zaistnienia takiej reakcji.

W czasie awarii temperatura w reaktorze dochodziła do 2600°C, co spowodowało stopienie paliwa oraz innych elementów reaktora. Powstałe duże ilości wodoru w reaktorze były przyczyną wybuchu, który odchylił górną kłapę i wyrzucił część lawy do hali głównej, a część lawy przez zniszczone dno spłynęła do pomieszczeń w dwóch kondygnacjach poniżej reaktora.

Po ugaszeniu pożaru rozpoczęto badanie zastygłej lawy. Mierzono temperaturę, strumień neutronów na powierzchni lawy oraz pobierano próbki i badano je w laboratoriach. Aby dostać się do lawy wykorzystywano istniejące otwory, bądź wiercono je w betonie za pomocą zdalnie sterowanych urządzeń.

Zbudowano sieć ciągłych pomiarów temperatury i strumienia neutronów. Pomiary tych dwóch wielkości przyczyniły się do zlokalizowania lawy i oceny prawdopodobieństwa ewentualnej lawinowej reakcji rozszczepienia.

Pobrane próbki lawy były poddane różnym eksperymentom, między innymi badano jej strukturę, co pozwoliło określić temperaturę w czasie wybuchu oraz jej skład. Szczególnie istotne stało się oznaczenie ilości pierwiastków lekkich, stanowiących moderator neutronów. Znajomość struktury pozwoliła zastosować modele matematyczne i obliczyć współczynnik powielania neutronów. Oprócz tego próbki lawy naświetlano w laboratoriach neutronami, aby określić doświadczalnie współczynnik powielania.

Strumień neutronów na powierzchni lawy zastęglej w pomieszczeniach sarkofagu wynosi od 20 do 300 neutronów na cm^2 na sekundę i spada w czasie. Spadek ten tłumaczy się spadkiem wydajności reakcji cząstek α z lekkimi składnikami lawy, w której powstają neutrony. Temperatura lawy wynosi obecnie średnio około 40°C . Współczynnik powielania neutronów zawiera się w granicach 0,4–0,8, przy czym górna wartość, jak stwierdzili specjaliści, jest zawyżona, ponieważ przy obliczeniach przyjęto najbardziej pesymistyczny wariant.

W czasie dyskusji wykazywano, iż współczynnik ten nie powinien przekraczać 0,6. Przyjmując nawet górną granicę, tzn. 0,8, można uznać, że lawa nie osiąga stanu krytycznego i prawdopodobieństwo wybuchu jądrowego jest bardzo małe. Założenie takie jest prawdziwe przy zachowaniu obecnego stanu lawy i jej otoczenia. Głównym czynnikiem, który może zachwiać istniejącą równowagę, może być przenikanie wody do powierzchni lawy, która może zwiększyć współczynnik powielania neutronów i doprowadzić do wybuchu paliwa jądrowego. Służby techniczno-dozymetryczne obiektu R-4 dysponują roztworem gadolinu, który ma właściwości „wygaszania” strumienia neutronów i zapobiega wzrostowi współczynnika powielania.

W czerwcu 1990 r. jeden z mierników neutronów zaczął wskazywać wzrost strumienia neutronów. Służby dyżurne natychmiast załąły pomieszczenie roztworem gadolinu i proces zahamowano. Przyczyny tego incydentu nie zostały do końca wyjaśnione.

Tabela I zawiera wykaz długożyciowych radionuklidów zawartych w rdzeniu reaktora w momencie awarii.

Stan techniczny sarkofagu

Budynek reaktora został poważnie uszkodzony w czasie awarii. Dach budynku oraz ściana północna uległy całkowitemu zniszczeniu, poważnemu

uszkodzeniu uległa również ściana zachodnia. Nie została naruszona ściana wschodnia, oddzielająca blok 4 od bloku 3.

Dach sarkofagu zbudowano z rur stalowych, opartych od strony północnej na belce stalowej, posadzonej na dwóch ocalałych słupach. Rury zalano cementem. Po usunięciu rumowiska wokół budynku zbudowano betonowe ściany boczne o grubości od 1 do 2,5 m. Prowadzi się stałą obserwację sarkofagu. W czasie seminarium oświadczono, iż nie stwierdzono istotnych uszkodzeń konstrukcji. Sukcesywnie likwiduje się nieszczelności, zarówno wewnątrz sarkofagu, jak i w ścianach zewnętrznych, powstałe w czasie budowy. Z ok. 1000 m^2 nieszczelności zlikwidowano ponad połowę. W pierwszej kolejności zabezpieczono pomieszczenia, w których nagromadziły się duże ilości pyłów aktywnych.

Celem ograniczenia unoszenia się pyłów stosuje się specjalny roztwór wiążący pyły, wtryskiwany do pomieszczeń.

W wielu pomieszczeniach znajduje się aktywna woda, szacuje się jej ilość na ok. 3100 m^3 , o aktywności od $3,7 \cdot 10^5$ do $3,7 \cdot 10^7 \text{ Bq/l}$, głównie Cs-137. Kończy się budowa aparatury, za pomocą której woda z pomieszczeń R-4 będzie przepompowywana do sąsiedniego budynku (istniejącego przed awarią), przeznaczonego m.in. do gromadzenia odpadów ciekłych. Akcja będzie zakończona w końcu br.

Zbudowano system wentylacji do chłodzenia i odprowadzania ciepła z pomieszczeń, w których zlokalizowano paliwo i inne wysokoaktywne elementy. Do tej pory nie było potrzeby uruchomienia systemu.

Odpady promieniotwórcze

W hali głównej reaktora zalegają duże ilości różnego typu materiałów (elementy konstrukcji, materiały używane do gaszenia) sięgające 15 m wysokości, które należy traktować jako wysokoaktywne odpady (tabela II). Materiały aktywne (gleba, elementy konstrukcji, urzą-

żenia powstałe po awarii wokół elektrowni zgromadzono w sześciu miejscach i prowizorycznie zabezpieczono, np. przykrywając je warstwą ziemi. Natomiast na obszarze 30 km strefy ochronnej znajduje się ok. 800 miejsc, w których zgromadzono odpady promieniotwórcze.

Służby techniczne i dozymetryczne elektrowni w Czarnobylu oraz pracownicy naukowcy instytutów naukowych Ukrainy przeprowadzili szczegółowe pomiary rozchodzenia się radionuklidów w środowisku wokół sarkofagu. Między innymi w odległości od kilku do 50 m od sarkofagu badano zawartość radionuklidów w glebie i wodach podziemnych.

W roku 1992 woda tuż przy powierzchni ziemi w odległości 50 m od sarkofagu zawierała $\sim 40 \text{ Bq/l}$ Cs-137, $4 \cdot 10^{-8} \text{ Bq/l}$ Pu-239.

Uczestnicząc w wycieczce do Czarnobyla, dokonałem osobiście pomiaru mocy dawki promieniowania gamma w wielu interesujących miejscach.

Poniżej podaje wartości:

– przy wjeździe do strefy 30 km $\sim 0,12 \mu\text{Gy/h}$ (pomiar w autobusie).

– przy wjeździe do strefy 10 km $\sim 0,2 \mu\text{Gy/h}$ (pomiar na wysokości 1 m)

– przed wejściem do portierni ($\sim 200 \text{ m}$ od sarkofagu) $\sim 0,7 \mu\text{Gy/h}$.

– przed sarkofagiem ($\sim 10 \text{ m}$ od ściany) $\sim 10 \mu\text{Gy/h}$.

– w byłej sterowni R4 $\sim 20 \mu\text{Gy/h}$.

Wnioski

1. Paliwo jądrowe jest w stanie podkrytycznym i jest małe prawdopodobieństwo wybuchu jądrowego. Istnieje jednak konieczność stałej jego kontroli i gotowości do natychmiastowej interwencji na wypadek wzrostu strumienia neutronów.
2. Konstrukcja sarkofagu jest w dobrym stanie i nie wymaga dodatkowego pilnego zabezpieczenia.
3. Nie istnieje zagrożenie uwolnienia do środowiska większych ilości radionuklidów znajdujących się wewnątrz sarkofagu.

Przybliżona zawartość odpadów wewnętrznych sarkofagu

NN	Typ odpadów	Objętość (m^3)	Masa (ton)	Klasa odpadów
1	Czarna, szklista masa stopionego paliwa	192	–	III
2	Fragmenty rdzenia reaktora	–	10–36	III
3	Wypalone paliwo w przechowalniku	–	60	III
4	Gruz grafitowy	320	700	III
5	Paliwo w postaci kurzu	–	7	III
6	Aktywna woda	–	3100	I–III
7	Skazone elementy konstrukcji	60000 186000 66000	– – –	III II I
8	Różne metale (włączając 2400 t ołowiu)	– – –	21532 22731 2865	III II I

4. Moc dawki wokół sarkofagu jest stosunkowo niska i umożliwia pracę ekipom technicznym i dozymetrycznym.
5. Migracja radionuklidów znajdujących się w glebie i wodach podziemnych jest powolna i nie stanowi zagrożenia dla dalej położonych terenów (np. Polski).
6. Ewentualne uwolnienie aktywnego pyłu z sarkofagu stanowi zagrożenie tylko dla terenów położonych w pobliżu sarkofagu.

Jakich istotnych ustaleń i prac nie wykonano do tej pory?

1. Nie przedstawiono dokładnej, pełnej analizy przyczyn awarii bloku 4, co miało istotne znaczenie dla podwyższenia bezpieczeństwa pracy innych bloków typu RBMK.
2. Brak koncepcji ostatecznego zagospodarowania sarkofagu.
3. Brak planów dotyczących unieszkodliwienia odpadów wokół R-4 i w strefie do 30 km.
4. Nie opracowano szczegółowych przepisów dotyczących długoterminowego traktowania obiektu – dotyczy to bezpieczeństwa pracowników, jak i wymagań technicznych dla urządzeń i instalacji.
5. Zbyt lakonicznie przedstawiono program dalszego badania stanu konstrukcji sarkofagu (referenci nie mogli odpowiedzieć na pytanie „na jaki okres można założyć trwałość obecnej konstrukcji?”).
6. Nie przedstawiono źródeł finansowania planowanych prac.
7. Nie przedstawiono planów polepszenia struktury monitoringu radiologicznego.
8. Nie przedstawiono ustaleń prawnych (zarządzenia, normy, procedury itp.) dotyczących postępowania z obiektem R-4 (organizatorzy twierdzili, że przygotowuje się tego typu przepisy).

Tabela I

Radionuklid	Masa (kg)	Aktywność		Okres połowicznego rozpadu (lata)
		właściwa (Bq/g)	całkowita (Bq)	
Sr-90	44.2	5.15×10^{14}	2.28×10^{17}	28.6
Cs-137	81.10	3.30×10^{15}	2.60×10^{17}	30.174
Pu-238	1.48	6.34×10^{14}	9.38×10^{14}	86.4
Pu-239	412.7	2.30×10^{12}	9.48×10^{14}	24410
Pu-240	176.0	8.42×10^{12}	1.48×10^{15}	6553
Pu-241	49.1	3.47×10^{15}	1.84×10^{15}	14.7
Pu-242	14.2	1.46×10^{11}	2.06×10^{12}	3.76×10^5
Am-241	1.08	1.27×10^{14}	1.37×10^{14}	432.2
Am-243	0.73	7.38×10^{12}	5.39×10^{12}	73800
Np-237	10.05	2.61×10^{10}	2.62×10^{10}	2.14×10^6

Poziom skażeń odpadów:

a) odpady stałe

I klasa – (0,3–30) mSv/godz. lub (0,74–3,7) MBq/kg;

II klasa – (30–1000) mSv/godz. lub

(3,7–3700) MBq/kg;

III klasa – około 1000 mSv/godz. lub powyżej

3700 MBq/kg;

b) odpady ciekłe

I klasa – do 3,7 MBq/l;

II klasa – 3,7–3700 MBq/l;

III klasa – powyżej 3700 MBq/l.

Tabela II

Stan bezpieczeństwa pozostałych trzech bloków elektrowni w Czarnobylu

Blok 2 po pożarze generatora w 1991 r. jest wyłączony z eksploatacji. Pożar nie spowodował jakichkolwiek uszkodzeń w reaktorze. Wyłączony reaktor aktualnie nie stanowi zagrożenia nuklearnego i radiologicznego. Blok 1 i 3 miał zezwolenie na eksploatację do końca 1993 r. Przed końcem tego roku Parlament ukraiński podjął uchwałę o przedłużeniu eksploatacji obydwu bloków, nie podając terminu definitywnego ich wyłączenia z eksploatacji. Decyzja Parlamentu poruszyła opinię światową, a szczególnie organizacje światowe związane z bezpieczeństwem jądrowym i ochroną radiologiczną.

Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej wysłała misję ekspertów do Czarnobyla, celem dokonania oceny stanu bezpieczeństwa pracujących bloków 1 i 3. W skład misji weszło 8 specjalistów z Rosji, Szwecji, Hiszpanii, Anglii, USA, IAEA i przedstawiciel sekretariatu bezpieczeństwa jądrowego Wspólnoty Europejskiej. Misja przebywała na Ukrainie (głównie w Czarnobylu) w dniach 7–17 marca 1994 r.

Misja dokonała przeglądu i oceny tych urządzeń obydwu pracujących reaktorów oraz przepisów, które mają istotny wpływ na bezpieczeństwo pracy kontrolowanych obiektów. Nie został jeszcze opublikowany oficjalny raport misji, ale z informacji nieoficjalnych wiadomo, że eksperci dopatryli się licznych braków w wyposażeniu systemów kontrolujących pracę reaktorów. Misja stwierdziła, że pomimo ograniczenia mocy bloku 1 do 80%, reaktor ten, najstarszy z reaktorów typu RBMK, jest nadal bardzo niebezpieczny. Stwierdzono również, iż warunki pracy załóg są powodem odejścia wielu dobrych specjalistów, co powiększa prawdopodobieństwo awarii.

Sekretarz Generalny IAEA, pan Hans Blix, zaniepokojony wnioskami wspomnianej misji rozpoczął intensywne działania na arenie międzynarodowej, które miały skłonić władze Ukrainy do zmiany decyzji dotyczącej przedłużenia pracy elektrowni w Czarnobylu. Między innymi z inicjatywy pana Blix'a w dniach 21–22 kwietnia 1994 r. odbyło się robocze spotkanie w siedzibie IAEA w Wiedniu zaproszonych przez Sekretarza Generalnego przedstawicieli wybranych krajów oraz reprezentacji rządu Ukrainy. Autor tego artykułu uczestniczył również w tym spotkaniu jako obserwator. Program spotkania przewidywał wysłuchanie opinii przedstawicieli rządu Ukrainy na temat stanu bezpieczeństwa elektrowni w Czarnobylu oraz przesłanek, którymi kierowały się władze Ukrainy przedłużając prace obydwu bloków.

Delegacja Ukrainy liczyła 8 osób, a przewodniczył jej wicepremier Szmarow. Pan wicepremier Szmarow w swoim programowym wystąpieniu oraz odpowiadając na liczne pytania uczestników,

stwierdził, że stan bezpieczeństwa elektrowni w Czarnobylu uległ znacznej poprawie po wielu usprawnieniach w systemach elektrowni, mających wpływ na bezpieczeństwo. Pod naporem wielu pytań przyznał, że obydwie pracujące bloki nie spełniają wszystkich wymogów bezpieczeństwa, ale nie mogą być wyłączone z eksploatacji ze względów ekonomicznych. Ukrainy nie stać na wyłączenie, gdyż pogłębiłoby to trudną sytuację ekonomiczną jego kraju.

Po tym oświadczeniu uczestnicy pytali delegację Ukrainy o koszty jakie należałoby ponieść na podwyższenie bezpieczeństwa obydwu obiektów przy założeniu ich dalszej pracy oraz jakie byłyby koszty związane z wyłączeniem obydwu bloków z eksploatacji. Strona ukraińska oświadczyła, że zmodernizowanie systemów mających istotny wpływ na bezpieczeństwo w obydwu blokach kosztowałoby 5 mln USD, natomiast wyłączenie ich z eksploatacji ocenia się na 1 mld 200 mln USD.

Na zakończenie prowadzący spotkanie p. dyrektor Rosen prosił przewodniczących delegacji zaproszonych krajów o przedstawienie stanowiska w kwestii pomocy prowadzącej do rozwiązania problemu elektrowni w Czarnobylu. Konkretne deklaracje wsparcia finansowego nie padały.

Od zakończenia spotkania w Wiedniu problem kosztów wyłączenia obydwu bloków z eksploatacji był często poruszany przez przedstawicieli Ukrainy. Według ostatniego oświadczenia Prezydenta Ukrainy, pana Krawczuka, koszt ten ocenia się na 14 mld USD.

Jest mało prawdopodobne, aby społeczność świata wyasygnowała taką kwotę, stąd można postawić wniosek, iż elektrownia w Czarnobylu będzie pracowała co najmniej przez najbliższe kilka lat.

Dla Polski – jednego z bezpośrednich sąsiadów – stanowi to poważne, potencjalne zagrożenie.

Co należy uczynić, aby zagrożenie awarią zminimalizować. Zdaniem autora należy:

- wspomagać działania władz Ukrainy o wsparcie finansowe;
- domagać się od rządu Ukrainy przedstawiania dokładnych, okresowych raportów o stanie bezpieczeństwa obiektów w Czarnobylu;
- zaproponować zorganizowanie sieci monitoringu radiologicznego wokół obiektów jądrowych na Ukrainie i przekazywanie wyników z tej sieci sąsiadom i właściwym organizacjom międzynarodowym;
- domagać się sprawnego realizowania wniosków i zaleceń misji międzynarodowych;
- domagać się od władz Ukrainy ustalenia terminu zamknięcia pracujących bloków w Czarnobylu,
- prowadzić w kraju systematyczne pomiary skażeń promieniotwórczych środowiska naturalnego.

1. WPROWADZENIE

Stale rosnąca liczba różnych źródeł promieniowania jonizującego i urządzeń techniki jądrowej w wielu dziedzinach działalności ludzkiej stwarza potencjalne zagrożenie wystąpienia awarii radiacyjnej, w wyniku której zachodzi nie zaplanowana i nie kontrolowana emisja promieniowania jonizującego.

Wzrasta także populacja pracowników pracujących w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące, a jednocześnie rośnie potencjalne zagrożenie biosfery i ogółu ludności doraźnymi i odległymi skutkami napromienienia lub skażenia substancjami promieniotwórczymi.

Dlatego też zapewnienie wysokiego poziomu tzw. „bezpieczeństwa jądrowego” i skutecznego działania przeciwawaryjnego stanowi jedno z najważniejszych zadań współczesnej ochrony radiologicznej.

2. CHARAKTERYSTYKA WYPADKÓW RADIACYJNYCH

Wypadkiem radiacyjnym nazywamy sytuację, gdzie dochodzi do niezamierzonej ekspozycji na promieniowanie jonizujące lub skażenie substancjami promieniotwórczymi. Kryteria charakteryzujące wypadek radiacyjny wg NRC (Nuclear Regulatory Commission US) przedstawiono w tabeli I.

Tabela I

Kryteria charakteryzujące wypadek radiacyjny

Warunki	Kryteria
1. Dawka na całe ciało, układ krwiotwórczy, gonady	250 mSv
2. Dawka na skórę całego ciała lub kończyny	6000 mSv
3. Dawka na inne tkanki lub narządy z napromienienia zewnętrznego	750 mSv
4. Skażenia wewnętrzne substancjami promieniotwórczymi	1/2 maks. zawartości w narządach wg NCRP
5. Pomyłkowe medyczne podanie	pomyłkowe podanie, które powoduje skutki jak w kryteriach 1–4

NCRP – National Council on Radiation Protection and Measurements.

Wypadkowa ekspozycja powoduje u ludzi:

- ostry zespół popromienny,
- popromienne oparzenie skóry,
- skażenie promieniotwórcze,
- skojarzone uszkodzenia.

Wypadki radiacyjne mogą się wydarzyć w następujących sytuacjach:

- w instalacjach jądrowych (reaktorach),

- przy produkcji radioizotopów,
- w czasie przemysłowej radiografii (kontrola materiałów),
- w trakcie przemysłowego napromieniania,
- w czasie badań radiologicznych i radioterapii (zastosowanie medyczne i badawcze),
- w przypadkach rozszczelnienia źródeł zamkniętych (zastosowanie medyczne i badawcze),
- w transporcie materiałów promieniotwórczych.

Według REAC w latach 1944–1993 wydarzyło się na świecie 367 większych wypadków radiacyjnych. W tabeli II przedstawiono charakterystykę tych wypadków w zależności od urządzeń, które je spowodowały.

Tabela II

Większe wypadki radiacyjne występujące na świecie w latach 1944–1993

Charakterystyka w zależności od przyczyn

Charakterystyka urządzenia	Liczba
„Krytyczne” wypadki	6
Reaktory	7
Chemiczne procedury	5
	18
Urządzenia radiacyjne	
Zamknięte źródła	184
Aparatura rentgenowska	67
Akceleratory	20
Generatory radarowe	1
	272
Radioizotopy	
Transuranowce	26
Tryt	1
Produkty rozpadu	10
Rad	2
Diagnostyka i terapia	26
Inne	12
	77
Razem	367

Jak wspomniano poprzednio, wypadkowa ekspozycja może powodować napromienienie całego ciała (TBI), uszkodzenia miejscowe (local), oraz skażenia wewnętrzne (internal). W tabeli III przedstawiono liczbę większych wypadków radiacyjnych jakie wydarzyły się na świecie w latach 1944–1993, z uwzględnieniem typu ekspozycji. Jak widać, przeważały wypadki powodujące skojarzone uszkodzenia.

Należy pamiętać, że napromienienie może powodować następujące objawy w określonym odstępie czasowym:

- nudności, wymioty 1/2 – 48 godzin
- limfopenię kilka godzin
- granulocytozę kilka godzin
- trombocytopenię 15 dni

Notka o autorze

Witold Łada – Wiceprezes Państwowej Agencji Atomistyki, Główny Inspektor Dozoru Jądrowego.

Tabela III
Większe wypadki radiacyjne występujące na świecie w latach 1944-1993 w zależności od typu ekspozycji

Typ	Liczba wypadków	Liczba osób otrzymująca dawki istotne dla wypadku	Liczba zgonów
TBI	66	173	73
Local	195	430	17
TBI + Local	52	70	14
Internal	59	84	8
TBI + Local + Internal	5	212	22
TBI + Internal	3	1142	11
Internal + Local	1	1	-
		2112	95

TBI – napromienienie całego ciała; Local – popromienne uszkodzenia miejscowe; Internal – promieniotwórcze skażenia wewnętrzne

- granulocytopenię 15–30 dni
- immunosupresję 15 dni
- śmierć z powodu wstrząsu do 6 godzin

Napromienienie nie powoduje natychmiastowej śmierci, ani nie powoduje powstania bezpośrednich oparzeń czy ran. Samo napromienienie nie jest sytuacją wymagającą natychmiastowej pomocy medycznej i leczenia. Intensywnej i bezpośredniej pomocy medycznej mogą wymagać stany zagrożenia życia towarzyszące napromienieniu.

3. AWARYJNE NAPROMIENIENIE ORGANIZMU LUDZKIEGO

Medyczne problemy towarzyszące wypadkom radiacyjnym można podzielić na trzy grupy, każda z nich może dominować w poszczególnych sytuacjach, a mianowicie:

- uszkodzenia powstałe z zewnętrznego napromienienia, które manifestują się ostrym zespołem popromiennym po napromienieniu całego ciała lub zlokalizowane są do poszczególnych tkanek czy narządów;
- skażenia substancjami promieniotwórczymi, które odkładają się na powierzchni ciała, są wdychane lub połykane, bądź dostają się do wnętrza organizmu poprzez rany;
- psychologiczny stres związany z obawą wystąpienia uszkodzenia popromiennego.

3.1. Ostra choroba popromienna

Typowym skutkiem krótkotrwałej ekspozycji całego ciała ludzkiego na wystarczająco duże dawki promieniowania jonizującego jest rozwój złożonego, ogólnoustrojowego zespołu patologicznego zwanego ostrą chorobą popromienną. Przebieg, kliniczna postać choroby i rokowanie zależą od pochłoniętej dawki promieniowania i wielu czynników dodatkowych, a objawy uszkodzenia napromienionego organizmu mogą przybierać rozmaite postacie: od lekkich zmian lub niedomagań do ciężkiego zespołu, szybko kończącego się śmiercią.

Skutki pochłonięcia dawek promieniowania gamma w warunkach narażenia krótkotrwałego ilustruje tabela IV.

Tabela IV
Skutki krótkotrwałego narażenia całego ciała dorosłego człowieka na różne dawki promieniowania

Przybliżone wartości dawek pochłoniętych Gy	Typowe objawy popromienne
poniżej 0.2	brak wyraźnych zmian
0.25–0.5	przebiegowe zmiany we krwi, wykrywalne jedynie metodami laboratoryjnymi
0.5–1.0	jak wyżej + okresowe niedomagania
1.0–2.0	lekka postać choroby popromiennej
2.0–4.0	ostra choroba popromienna średniej ciężkości (oczekiwana śmiertelność do 50%)
4.0–6.0	ciężka ostra choroba popromienna (oczekiwana śmiertelność do 100%)
powyżej 6.0	bardzo ciężka ostra choroba popromienna, zazwyczaj kończąca się śmiercią w ciągu kilkunastu lub kilku dni

Typowy przebieg i obraz kliniczny ostrej choroby popromiennej średniej ciężkości, wywołanej pochłonięciem dawek promieniowania gamma w przedziale około 2–4 Gy, charakteryzuje się fazowością rozwoju i kolejnością występowania objawów, dzięki czemu wyróżnia się zwykle następujące okresy:

- okres początkowy (prodromalny), obejmujący objawy odczynu pierwotnego. Rozpoczyna się kilka lub kilkanaście godzin po ekspozycji, a trwa od kilku godzin do 1–2 dni. W tym czasie mogą się pojawić nudności, wymioty, niepokój, bóle i zawroty głowy, bezsenność.
- okres utajony (bezobjawowy). Trwa od kilku do kilkunastu dni, brak jest wyraźnych objawów klinicznych rozwijającego się skrycie schorzenia.
- okres rozwiniętego schorzenia, w którym ujawniają się wszystkie objawy uszkodzeń popromiennych. Stopniowo powracają objawy, jakie występowały w I okresie, ale silniej zaznaczone. Szybko dołączają się objawy uszkodzenia wielu narządów i układów, z reguły rozwijają się ciężkie zakażenia wtórne, gorączka, stany za-

palne, zaburzenia czynności wielu narządów, często dominują objawy uszkodzenia przewodu pokarmowego, krwiotwórczego (pancytopenia, skaza krwotoczna) oraz odpornościowego. Jeśli chory nie umrze wcześniej, okres ten trwa zwykle 4–8 tygodni.

IV – okres zejściowy (śmierć lub stopniowa rekonwalescencja).

Stopniowo słabnie i zanika większość objawów chorobowych, ale rzadko zmiany i zaburzenia ustępują całkowicie. Zdrowienie trwa kilka miesięcy.

3.2. Uszkodzenia popromienne miejscowe

Miejscowe uszkodzenia powstają w wyniku napromienienia stosunkowo dużą dawką, ale względnie małej części ciała. Napromienienie miejscowe powoduje zwykle powstanie oparzeń popromiennych, które różnią się od oparzeń termicznych. Oparzenia popromienne nie pojawiają się natychmiast, lecz cechują się okresem utajenia, trwającym od kilku godzin do 3 tygodni. Objawy pojawiają się stopniowo, narastają też zaburzenia czynnościowe, wywołane uszkodzeniem komórek przez promieniowanie jonizujące.

Stopień uszkodzenia poszczególnych warstw skóry wiąże się z energią promieniowania. Początkowe objawy występują po następujących dawkach:

- rumień 3–8 Gy,
- suche zapalenie skóry 5–10 Gy,
- wysiękowe zapalenie skóry 12–60 Gy,
- martwica – powyżej 25 Gy.

3.3. Skażenia promieniotwórcze

Występowanie na powierzchni ciała dowolnej postaci materiału promieniotwórczego o aktywnościach przekraczających dopuszczalne normy nazywa się zewnętrznym skażeniem promieniotwórczym. Pomiar dozymetryczny pozwala stwierdzić stopień skażenia. Należy wtedy przeprowadzić zabiegi dekontaminacyjne używając wody, mydła i prostych detergentów. Unikać tylko należy silnie działających środków i nadmiernego szorowania. Szczegóły postępowania podano w podręcznikach, w załączonym piśmiennictwie.

Wniknięcie dużych aktywności materiału promieniotwórczego do organizmu dokonuje się zwykle stopniowo i powoli, najczęściej przez drogi oddechowe, przewód pokarmowy lub w mniejszym stopniu przez uszkodzone powłoki ciała.

Należy z dużym naciskiem podkreślić, że patologiczne skutki skażeń wewnętrznych, mimo dość powszechnie panujących wyobrażeń, stanowią dużo mniejsze zagrożenie niż awaryjne napromienienie zewnętrzne lub działanie innych czynników rażących w czasie awarii (np. pożary, wybuchy, zawałiska, zatrucia). Tylko w wyjątkowych sytuacjach może dochodzić do rozwoju poważniejszych zmian popromiennych o charakterze ostrym. Przeważają

zespoły i uszkodzenia podostre i przewlekłe, często ograniczone do poszczególnych tkanek, narządów i układów. Ujawniają się one zazwyczaj po dłuższych okresach utajenia (tygodnie, miesiące a nawet lata), ograniczając się często do rozwoju zmian zwyrodnieniowych lub wzrostu częstotliwości późnych zmian rozrostowych (białaczki, nowotwory złośliwe). Jest to wynikiem zwiększonego i długotrwałego napromienienia wewnętrznego narządów i układów, wybiórczo gromadzących radionuklidy niektórych ich analogów chemicznych (np. jod promieniotwórczy w tarczycy, a wapniowce ze strontem i radem w kościach).

Pomiary licznikiem całego ciała pozwalają ustalić stopień skażenia i określić radionuklidy jakie znajdują się w organizmie. W zależności od tego podejmuje się decyzje dotyczące usuwania substancji promieniotwórczych, stosowania środków chelatujących, blokowania metabolizmu itp.

Szczegóły dotyczące postępowania w skażeniach wewnętrznych poszczególnymi radioizotopami podano w podręcznikach, które uwzględniono w zestawie piśmiennictwa.

4. UWAGI KOŃCOWE

Każda instytucja, zakład lub placówka wykorzystująca źródła promieniowania jonizującego lub urządzenia techniki jądrowej, musi posiadać przygotowany w zeszłości i dostosowany do miejscowych warunków i możliwości system zabezpieczenia przeciwwawaryjnego i program działań ratowniczych.

W zasadzie, zgodnie z zaleceniami IAEA i ICRP, system zabezpieczenia przed nadmierną ekspozycją radiacyjną powinien chronić pracowników przed otrzymaniem dawek wyższych od krytycznej dawki awaryjnej (0.25 Gy). Jest to postulat teoretyczny, który w warunkach poważniejszych awarii radiacyjnych często nie może być spełniony.

Jak wykazały obserwacje i doświadczenia, uzyskane w blisko już 100 lat trwającej erze zastosowania promieniowania jonizującego (tj. od odkrycia i zastosowania promieni X) i ponad 50 lat liczącym okresie wykorzystania techniki jądrowej (E. Fermi – reaktor CP-1 1942 r.) oraz analizy licznych zaistniałych w tym czasie wypadków i awarii radiacyjnych, współczesna ochrona radiologiczna i systemy bezpieczeństwa jądrowego (oczywiście z wykluczeniem możliwych militarnych konfliktów jądrowych) mogą zapewnić wysoki poziom zabezpieczenia pracowników, populacji i całej biosfery. Warunkiem jest dobra znajomość odpowiednich problemów i ścisłego przestrzegania obowiązujących przepisów, pełnej sprawności urządzeń i środków ochrony oraz właściwego ich wykorzystania.

W załączonym piśmiennictwie podano ważniejsze opracowania podręcznikowe, dotyczące postępowania w sytuacjach awaryjnych i leczenia uszkodzeń popromiennych.

5. PIŚMIENNICTWO

1. *Browne D., Weiss J., Mac Vittie T., Pillai M.*: Treatment of Radiation Injuries. Plenum Press, New York 1990.
2. Derived intervention levels for application in controlling radiation doses to the public in the event of a nuclear accident or emergency. Safety Series No. 81. IAEA, Vienna 1986.
3. *Dziuk E., Derecki J.*: Zasady postępowania lekarskiego z osobami napromienionymi i skażonymi substancjami promieniotwórczymi. Probl. Med. Nukl. 1990 2 (8), Supl. 2.
4. *Dziuk E., Derecki J.*: Zasady postępowania profilaktyczno-leczniczego z ludźmi skażonymi substancjami promieniotwórczymi. Probl. Med. Nukl. 1992 1 (11), Supl. 3.
5. Emergency planning and preparedness for accidents involving radioactive materials used in medicine, industry and teaching – Safety Series No. 91, IAEA, Vienna 1989.
6. *Huebner K.F., Fry S.A. eds.*: The medical basis for radiation accident preparedness. Elsevier/North Holland, New York 1980.
7. Medical handling of accidentally exposed individuals Safety Series No. 88, IAEA, Vienna 1988.
8. NCRP Report No. 65. Management of Persons Accidentally Contaminated with Radionuclides. Washington DC, NCRP V reprinting 1993.
9. Radiation Accident Management. REAC ORAU, Oak Ridge 1994.
10. *Wald N.*: Diagnosis and Therapy of Radiation Injuries Bull. N.Y. Acad. Med. 1983, 59, 1129–1139.

Notka o autorze

Eugeniusz Dziuk – prof. dr hab., kierownik Zakładu Medycyny Nuklearnej w Centralnym Szpitalu Klinicznym Wojskowej Akademii Medycznej, Warszawa

JAK ZOSTAĆ INSPEKTOREM OCHRONY RADIOLOGICZNEJ?

Bożena Gostkowska

Zgodnie z ustawą „Prawo atomowe” [1]*) każda osoba, która ma podjąć pracę przy materiale jądrowym, źródle promieniowania jonizującego lub odpadach promieniotwórczych, powinna być przeszkolona – poznać zasady bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej oraz nabyć umiejętności niezbędne do wykonywania powierzonych prac. Natomiast do zajmowania stanowisk, mających istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, niezbędne są uprawnienia nadawane na podstawie egzaminu.

Rodzaje takich stanowisk ustala zarządzenie Prezesa PAA [2]. Dużą grupę wśród nich stanowią inspektorzy ochrony radiologicznej, czyli osoby upoważnione do bezpośredniego nadzoru prac z promieniowaniem jonizującym, materiałem jądrowym lub odpadami promieniotwórczymi.

Przebieg postępowania kwalifikacyjnego w celu nadania uprawnień regulują zarządzenia [2], [3] i [4] Prezesa PAA. Natomiast zasady szkolenia osób odpowiedzialnych za stan ochrony radiologicznej w pracowniach rentgenowskich określa zarządzenie [5] Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej.

Stopnie kwalifikacji inspektorów

Zarządzenie [2] ustala trzy rodzaje stopni kwalifikacji inspektorów: A, B, C.

Inspektorzy typu A są uprawnieni do nadzoru w obiektach jądrowych oraz w zakładach, w których znajdują się reaktory badawcze lub doświadczalne. Ze względu na rezygnację Polski z energetyki jądrowej jest to obecnie nieliczna grupa osób zatrudnionych w Instytucie Energii Atomowej w Świerku k. Warszawy. Natomiast uprawnienia typu B i C uzyskało już ponad 2000 osób i im głównie poświęcony jest ten artykuł.

- Inspektorzy typu B nadzorują prace w:
- pracowniach izotopowych klasy I i II,
 - pracowniach klasy III, w których prowadzone są prace dydaktyczne,
 - zakładach, w których znajdują się aparaty gamma-graficzne, urządzenia radiacyjne, urządzenia do teleterapii, akceleratory, sondy geofizyczne,
 - zakładach mających uprawnienia instalatorów aparatury izotopowej kontrolno-pomiarowej,
 - zakładach prowadzących prace ze źródłami w terenie,
 - grupach prowadzących prace ze źródłami poza zakładem, jeżeli źródła są przechowywane w miejscu wykonywania pracy,
 - zakładach przerabiających lub składujących odpady promieniotwórcze

*) patrz wykaz przepisów na końcu artykułu.

- Inspektorzy typu C nadzorują prace w:
- pracowniach izotopowych klasy III,
 - zakładach stosujących izotopową aparaturę kontrolno-pomiarową,
 - pracowniach terapii aplikatorowej,
 - grupach prowadzących prace ze źródłami poza zakładem, jeżeli źródła przechowywane są w magazynie.

Uprawnienia typu A, B, C są nadawane od 1 stycznia 1990 roku, ale inspektorzy ochrony radiologicznej istnieją i działają w Polsce od 1958 roku. W ciągu tych lat zmieniały się kilkakrotnie stopnie kwalifikacji. W latach sześćdziesiątych mieliśmy wprowadzić również inspektorów typu A i B, ale te symbole oznaczały wówczas inne treści niż obecnie. Mianowicie inspektorzy typu A nadzorowali prace z otwartymi i zamkniętymi źródłami promieniotwórczymi, zaś inspektorzy typu B – tylko ze źródłami zamkniętymi.

W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych byli to inspektorzy:

- stopnia I – w pracowniach rentgenowskich,
- stopnia II – w pracowniach izotopowych klasy III oraz w pracowniach klasy Z, stosujących aparaturę izotopową,
- stopnia III – w pracowniach klasy I i II, w pracowniach klasy Z, wyposażonych w aparaty gammagraficzne lub urządzenia radiacyjne oraz w zakładach mających uprawnienia instalatorów aparatury izotopowej lub prowadzących prace w terenie.

Ważność uprawnień tego typu wygasa w bieżącym roku.

Kto może być inspektorem ochrony radiologicznej?

Inspektorem ochrony radiologicznej może zostać osoba, która spełnia następujące warunki:

- ma dobry stan zdrowia (w zaświadczeniu wydanym przez lekarza przemysłowej służby zdrowia powinno być stwierdzenie, że kandydat na inspektora **może pracować w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące**).
- ma wymagane kwalifikacje:
 - a) wykształcenie (w przypadku inspektorów typu A i B – wyższe, C – średnie),
 - b) staż pracy,
 - c) ukończone szkolenie odpowiedniego typu z zakresu ochrony radiologicznej,
 - d) zdała egzamin przed komisją egzaminacyjną powołaną przez Prezesa PAA,
 - e) otrzymała uprawnienia nadane – z upoważnienia Prezesa PAA – przez Głównego Inspektora Dozoru Jądrowego.

To wymagania formalne. Ale inspektor ochrony radiologicznej musi mieć również określone predyspozycje psychofizyczne. Musi umieć podejmować decyzje, które muszą być respektowane, a więc musi cieszyć się autorytetem w zakładzie.

Do podejmowania decyzji niezbędny jest określony zasób wiedzy. Składają się na nią **wiadomości teoretyczne i umiejętności praktyczne** (wykonywanie pomiarów, badanie szczelności źródeł). Ale to jeszcze nie wszystko. W ochronie radiologicznej ogromną rolę odgrywa profilaktyka. Trzeba więc jeszcze umieć **przewidywać** jakie mogą być skutki zastosowania źródeł promieniowania jonizującego. Tu nie ma miejsca na improwizację. Każda praca z promieniowaniem musi być zaplanowana w najdrobniejszych szczegółach, konieczna jest analiza zagrożenia. Trzeba umieć przewidzieć możliwość awarii i określić postępowanie awaryjne.

Te wszystkie elementy odnajdujemy w programach szkolenia inspektorów, które omówimy poniżej.

Szkolenie inspektorów ochrony radiologicznej

Obecnie szkolenie prowadzi się wg programów zatwierdzonych przez Prezesa PAA decyzją z dnia 25 marca 1989 r. Program kursu typu B obejmuje 104 godziny wykładów, 20 godzin ćwiczeń obliczeniowych i 44 godziny ćwiczeń laboratoryjnych, zaś kursu C odpowiednio: 85, 20 i 28 godzin.

W programach obu kursów znajdują się następujące przedmioty:

- rola inspektora ochrony radiologicznej w zakładzie pracy,
- zastosowanie promieniowania jonizującego i energii jądrowej,
- fizyczne podstawy ochrony radiologicznej,
- narażenie na promieniowanie i dawki graniczne,
- metody kontroli dawek indywidualnych,
- podstawy dozymetrii i radiometrii,
- wielkości, jednostki i obliczenia stosowane w ochronie radiologicznej,
- zasady pracy ze źródłami promieniotwórczymi,
- wymagania ogólne dla pracowni izotopowych,
- zasady postępowania przy awariach i wypadkach radiacyjnych,
- biologiczne działanie promieniowania jonizującego,
- skażenia promieniotwórcze środowiska,
- ochrona przed promieniowaniem w warunkach awarii jądrowych,
- organizacja i zadania służb ochrony radiologicznej,
- przepisy prawne dotyczące ochrony radiologicznej,
- źródła informacji naukowo-technicznej nt. ochrony radiologicznej.

Program kursu typu B uwzględnia ponadto wybrane zagadnienia energetyki jądrowej.

Szkolenia typu B i C prowadzi systematycznie – **CENTRALNE LABORATORIUM OCHRONY RADIOLOGICZNEJ**

ul. Konwaliowa 7, 03-194 Warszawa
tel. 11-00-11 wew. 135, 145

zaś szkolenie typu C również:

– **NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA**

Regionalny Ośrodek Doskonalenia Kadr
ul. Podgórna 4, 40-955 Katowice
tel. 155-32-27

– **Spółdzielnia OŚWIATA**

ul. Klasztorna 2, 61-779 Poznań
tel. 52-42-26

Postępowanie kwalifikacyjne

Postępowanie kwalifikacyjne przeprowadza komisja powołana zarządzeniem [3] przez Prezesa PAA i działająca w ramach Państwowego Inspektoratu Bezpieczeństwa Jądrowego i Ochrony Radiologicznej.

Kierownik zakładu, który chce zatrudnić konkretną osobę na stanowisku inspektora ochrony radiologicznej, powinien wystąpić z wnioskiem o przeprowadzenie postępowania kwalifikacyjnego. Wzór wniosku i wymagane załączniki przedstawiono na str. 14.

Wniosek należy przesłać pod adresem:
CENTRALNE LABORATORIUM OCHRONY RADIOLOGICZNEJ

Dział Szkolenia, Informacji i Normalizacji

ul. Konwaliowa 7, 03-194 Warszawa,

gdzie mieści się sekretariat komisji egzaminacyjnej.

W toku postępowania kwalifikacyjnego komisja sprawdza czy kandydat spełnia wymagane warunki i decyduje o dopuszczeniu go do egzaminu.

Egzamin składa się z części pisemnej i ustnej, przy czym warunkiem dopuszczenia do części ustnej jest zaliczenie części pisemnej.

Jeżeli kandydat zda egzamin, komisja występuje do Głównego Inspektora Dozoru Jądrowego z wnioskiem o nadanie uprawnień inspektora ochrony radiologicznej, który z upoważnienia Prezesa PAA wydaje decyzję w tej sprawie.

Jeżeli uczestnicy szkolenia złożą wymagane dokumenty, komisja może przeprowadzić postępowanie kwalifikacyjne bezpośrednio po zakończeniu szkolenia.

Uprawnienia inspektora ważne są przez 5 lat od dnia wydania decyzji. Można je przedłużyć przez ponowne przeprowadzenie postępowania kwalifikacyjnego i egzaminu. Zakład zatrudniający inspektora powinien co najmniej na trzy miesiące przed upływem terminu ważności uprawnień wystąpić z wnioskiem o ich przedłużenie. Jeżeli inspektor wywiązywał się należycie ze swych obowiązków komisja może go zwolnić z egzaminu.

Przepisy prawne związane z tematyką artykułu

- 1) Ustawa „Prawo atomowe” z dn. 10 kwietnia 1986 r. (Dz. U. z 1986 r. Nr 12 poz. 70, zmiany Dz. U. 1987 r. Nr 33 poz. 180).
- 2) Zarządzenie Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki z dn. 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 (M. P. z 1987 r. Nr 27 poz. 215).
- 3) Zarządzenie Nr 13 Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki z dn. 28 grudnia 1989 r. w sprawie powołania komisji egzaminacyjnej prowadzącej postępowanie kwalifikacyjne osób ubiegających się o uprawnienia do zajmowania stano-

wisk mających istotne znaczenie dla zapewnienia ochrony radiologicznej w jednostkach organizacyjnych innych niż obiekty jądrowe oraz określania trybu jej pracy.

- 4) Zarządzenie Nr 13 Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki z dn. 22 sierpnia 1990 r. w sprawie postępowania kwalifikacyjnego i egzaminu osób ubiegających się o uprawnienia do zajmowania stanowisk w obiektach z reaktorami badawczymi.
- 5) Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dn. 16 lipca 1988 r. w sprawie zakresu oraz zasad szkolenia osób odpowiedzialnych za stan ochrony przed promieniowaniem jonizującym w pracowniach rentgenowskich (M. P. z 1988 r. Nr 25, poz. 223).

Notka o autorce

Bożena Gutkowska – mgr fizyki, główny specjalista ds. szkolenia i wykładowca w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Warszawa.

pieczęć podłużna

..... dnia

WNIOSEK

o przeprowadzenie postępowania kwalifikacyjnego w sprawie nadania uprawnień inspektora ochrony radiologicznej

1.

.....
(jednostka organizacyjna, w której ma być zatrudniona osoba ubiegająca się o uprawnienia inspektora)

2.

.....
(dane personalne kandydata: imię i nazwisko, data i miejsce urodzenia, miejsce zamieszkania, staż pracy)

3.

.....
(informacja o rodzaju i zakresie prowadzonych w zakładzie prac z promieniowaniem jonizującym)

4.

.....
(numer ostatniej Decyzji Głównego Inspektora Dozoru Jądrowego o nadaniu uprawnień do pełnienia funkcji inspektora ochrony radiologicznej)

Załączniki:

1. Odpis dyplomu ukończenia szkoły: (poświadczony za zgodność z oryginałem)
 - wyższej w przypadku inspektora typu B,
 - średniej ogólnokształcącej lub technikum w przypadku inspektora typu C.
2. Zaświadczenie o stanie zdrowia wydane przez jednostkę określaną w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12.05.1988 r. w sprawie badań lekarskich pracowników (Dz. U. Nr 18, poz. 127) i stwierdzające, że kandydat może pracować w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące.

.....
Główny księgowy

.....
Dyrektor

INFORMACJA PAŃSTWOWEJ AGENCJI ATOMISTYKI O STANIE BEZPIECZEŃSTWA JĄDROWEGO I OCHRONY RADIOLOGICZNEJ W POLSCE w 1993 roku

1. Stan prawny	16
2. Struktury i zadania	17
3. Źródła zagrożenia radiacyjnego	19
4. Nadzór i kontrola w zakresie zabezpieczeń oraz ochrony fizycznej materiałów jądrowych	27
5. Kontrola narażenia zawodowego grup pracowniczych	27
6. Sytuacja radiacyjna w środowisku naturalnym kraju	29
7. Narażenie radiacyjne ludności	31
8. Podsumowanie i wnioski	32

1. STAN PRAWNY

Jedną z istotnych funkcji państwa w stosunku do jego obywateli jest kontrola i ograniczenie zagrożenia radiacyjnego w związku z wykorzystywaniem źródeł promieniotwórczych i urządzeń technicznych wytwarzających promieniowanie jonizujące oraz zagrożenia wynikającego ze wzmożonego promieniowania naturalnego, jak również kontrola sytuacji radiacyjnej środowiska oraz zachodzących zmian (monitoring); zagadnienia powyższe przyjęto zwyczajowo nazywać ochroną radiologiczną i bezpieczeństwem jądrowym (bjior).

W Polsce podstawowymi aktami prawnymi kompleksowo ujmującymi zagadnienia związane z ochroną radiologiczną i bezpieczeństwem jądrowym są: ustawa „Prawo atomowe” z dnia 10 kwietnia 1986 r. oraz wydane na jej podstawie w latach następnych rozporządzenia Rady Ministrów. Ustawa powyższa reguluje m.in. działalność związaną z wykorzystaniem energii atomowej na potrzeby społeczno-gospodarcze kraju, określa obowiązki jednostek organizacyjnych prowadzących tę działalność, a także organy właściwe w tym zakresie i ich zadania. Działalność związana z wykorzystywaniem energii atomowej, polegająca na:

- 1) wytwarzaniu, przetwarzaniu, obrocie, składowaniu, transporcie lub stosowaniu materiałów jądrowych oraz źródeł i odpadów promieniotwórczych,
- 2) budowie, rozruchu, eksploatacji lub likwidacji obiektów jądrowych,
- 3) budowie i eksploatacji składowisk odpadów promieniotwórczych,
- 4) produkowaniu i stosowaniu urządzeń zawierających źródła promieniotwórcze,
- 5) produkowaniu i stosowaniu urządzeń wytwarzających promieniowanie jonizujące,
- 6) produkowaniu sprzętu dozymetrycznego, sprzętu i urządzeń zabezpieczających przed promieniowaniem jonizującym,
- 7) uruchamianiu laboratoriów i pracowni, w których mają być stosowane źródła promieniowania jonizującego,
- 8) produkowaniu wyrobów powszechnego użytku, emitujących promieniowanie jonizujące,
- 9) obsłudze urządzeń, obiektów i procesów ważnych ze względu na bezpieczeństwo jądrowe i ochronę radiologiczną,

wymaga zezwolenia organu właściwego w sprawach bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej.

Funkcję centralnego organu administracji państwowej ds. wykorzystywania energii atomowej pełni, zgodnie z przepisem ustawy, Prezes Państwowej Agencji Atomistyki, który wypełniając zapisy ustawy – Prawo Atomowe i stosowne rozporządzenia Rady Ministrów, wydaje zarządzenia dotyczące szczegółowych aspektów bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej.

Kompetencje w sprawach ochrony radiologicznej przysługują z mocy ustawy także:

- 1) Ministrowi Zdrowia i Opieki Społecznej, który:
 - współdziała z Prezesem PAA w sprawie ustalania dawek granicznych promieniowania jonizującego,
 - określa, w drodze rozporządzenia, warunki bezpiecznego stosowania promieniowania w celach medycznych,
 - określa warunki, jakie powinny spełniać pracownie oraz zasady pracy związanej z posługiwaniem się aparatami rentgenowskimi,
 - określa zakres i zasady szkolenia osób odpowiedzialnych za stan ochrony przed promieniowaniem jonizującym w pracowniach diagnostyki rentgenowskiej,
 - określa warunki wydawania zezwoleń na produkowanie, nabywanie, uruchamianie i stosowanie aparatów rentgenowskich o energii do 300 keV.Minister Zdrowia i Opieki Społecznej realizuje zadania w zakresie ochrony radiologicznej poprzez Państwową Inspekcję Sanitarną, której organami są Główny Inspektor Sanitarny oraz wojewódzcy inspektorzy sanitarni.

- 2) Ministrowi Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, który współpracuje z Prezesem PAA w zakresie:
 - organizacji państwowego monitoringu środowiska, którego elementem jest system kontroli skażeń promieniotwórczych środowiska,
 - działań zapobiegawczych na wypadek nadzwyczajnych zagrożeń radiacyjnych środowiska oraz usuwania ich skutków.

Minister Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa realizuje powyższe zadania poprzez Państwową Inspekcję Ochrony Środowiska, której organami są: Główny Inspektor Ochrony Środowiska i wojewódzcy inspektorzy ochrony środowiska.

- 3) Ministrom: Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa, Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Spraw Wewnętrznych, Spraw Zagranicznych, Transportu i Gospodarki Morskiej i in., którzy:
 - współdziałają z Prezesem PAA w drodze porozumienia przy wydawaniu określonych przepisów,
- 4) Ministrom Obrony Narodowej i Spraw Wewnętrznych, którzy:
 - określają w porozumieniu z Prezesem PAA zasady i tryb stosowania przepisów ustawy w podległych im jednostkach organizacyjnych.

Powyższy przegląd zapisów kompetencyjnych Prawa Atomowego wskazuje, że ustawa powierzając Prezesowi PAA koordynację i nadzór w sprawach wykorzystania energii atomowej zapewniła jednocześnie szeroki udział zainteresowanych resortów w procesie tworzenia (i ewentualnej nowelizacji) przepisów związanych z ochroną radiologiczną.

Na podstawie odrębnych porozumień, w zakresie ochrony radiologicznej współpracują z Prezesem PAA: – Państwowa Inspekcja Sanitarna i Państwowa In-

spekcja Sanitarna Kolei Państwowych (kontrola zakładów i pracowni izotopowych),

- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska (w zakresie systemu pomiarów skażeń promieniotwórczych środowiska),
- Wojewodowie (orzekanie w sprawach gospodarczego wykorzystania odpadów przemysłowych zawierających substancje promieniotwórcze),
- Wyższy Urząd Górniczy (w zakresie nadzoru i kontroli nad rozpoznawaniem i ograniczeniem zagrożeń radiacyjnych w podziemnych zakładach górniczych),
- Szefostwo Wojsk Obrony Przeciwchemicznej (w zakresie postępowania awaryjnego i działań interwencyjnych lokalnych i krajowych w sytuacjach nadzwyczajnych zagrożeń radiacyjnych),
- Centralny Szpital Kliniczny WAM (w zakresie pomocy medycznej poszkodowanym w wyniku awarii jądrowych i wypadków radiacyjnych).

Istotnym elementem stanu prawnego są także konwencje i umowy międzynarodowe, których Polska jest sygnatariuszem.

Niżej wymieniono konwencje i umowy międzynarodowe dotyczące bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej (bjior), w stosunku do których w kraju inicjatywa legislacyjna i/lub nadzór merytoryczny nad ich wypełnieniem przez Polskę należą do Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki:

- Konwencja o ochronie fizycznej materiałów jądrowych,
 - Konwencja o wczesnym powiadamianiu o awariach jądrowych,
 - Konwencja o pomocy wzajemnej w przypadku awarii jądrowej lub zagrożenia radiacyjnego,
 - Konwencja Wiedeńska o odpowiedzialności cywilnej za szkody jądrowe i Wspólny Protokół łączący ją z Konwencją Paryską,
 - Porozumienie o stosowaniu zabezpieczeń Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA) w ramach Układu o Nierozprzestrzaniu Broni Jądrowej,
 - Umowy o współpracy w dziedzinie bjior z Danią, Norwegią i Austrią,
 - Umowa między Rządem RP a Rządem Ukrainy o wczesnym powiadamianiu o awariach jądrowych, o wymianie informacji oraz o współpracy w dziedzinie bjior.
- W fazie negocjacji są, podobne jak z Ukrainą, umowy między Rządem RP a Rządem Białorusi i Rosji.

2. STRUKTURY I ZADANIA

2.1. Państwowy dozór bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej

Jedną z głównych funkcji Prezesa PAA jest realizacja zadań nadzorczych i kontrolnych w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej.

Do zadań tych należy m.in.:

- dokonywanie kontroli w obiektach jądrowych i zakładach użytkujących źródła promieniotwórcze,
 - ustalanie wymagań w zakresie bjior,
 - przeprowadzanie analiz i ocen dokumentacji bezpieczeństwa,
 - wydawanie zezwoleń wymaganych przez ustawę – Prawo Atomowe,
 - wydawanie zarządzeń doraźnych oraz występowanie z odpowiednimi wnioskami o zastosowanie przewidzianych ustawą – Prawo Atomowe sankcji przy stwierdzeniu naruszenia przepisów bjior.
- Zadania powyższe Prezes PAA wykonuje przy pomocy Głównego Inspektora Dozoru Jądrowego (GIDJ) i inspektorów. Instytucjonalnym aparatem wykonawczym Prezesa PAA jest Państwowy Inspektorat Bezpieczeństwa Jądrowego i Ochrony Radiologicznej (PIBJiOR) powołany do życia 1 sierpnia 1992 r. na mocy Zarządzenia nr 6 Prezesa PAA z dnia 16 kwietnia 1992 r. W skład PIBJiOR wchodzi trzy wydziały:
- Wydział Nadzoru Obiektów Jądrowych (nadzór nad reaktorami badawczymi EWA i MARIA, zestawem krytycznym AGATA, SBM-EJ, przechowalniami świeżego i wypalonego paliwa jądrowego, Ośrodkiem Badawczo-Rozwojowym Izotopów, Zakładem Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych w Świerku, Centralną Składowicą Odpadów Promieniotwórczych w Róźnie oraz szpitalami w zakresie gospodarki promieniotwórczym radem),
 - Wydział Nadzoru Zastosowań Promieniowania Jonizującego (nadzór nad ponad 2700 użytkownikami źródeł promieniowania jonizującego),
 - Wydział Analiz i Wymagań Dozorowych (analizy i oceny dla potrzeb licencjonowania oraz na bieżące potrzeby ww. Wydziałów Nadzoru).

2.2. Departament Systemu Ochrony Radiologicznej i Obrony Cywilnej Państwowej Agencji Atomistyki

Zadania związane z zapewnieniem prawidłowego funkcjonowania i rozwojem ochrony radiologicznej kraju, Prezes Państwowej Agencji Atomistyki realizuje przy pomocy Departamentu Systemu Ochrony Radiologicznej i Obrony Cywilnej PAA. Do głównych zadań Departamentu należy:

- nadzór nad monitoringiem radiacyjnym środowiska i człowieka,
- analiza i ocena sytuacji radiacyjnej w kraju, w tym opracowywanie stosownych dokumentów i okresowych komunikatów,
- nadzór nad gospodarką i składowaniem odpadów promieniotwórczych w CSOP w Róźnie,
- inicjowanie działań i uczestnictwo w opracowywaniu nowych przepisów prawnych dotyczących ochrony radiologicznej,
- prowadzenie spraw dotyczących normalizacji specjalnej oraz opracowywanie projektów nowych

i aktualizacja istniejących zarządzeń Prezesa PAA dotyczących spraw obronnych, straży przemysłowej, ochrony tajemnicy państwowej i służbowej,

- udział w opracowywaniu planów postępowania awaryjnego,
- współdziałanie ze strukturami Obrony Cywilnej, Państwowej Straży Pożarnej i Szefostwem Wojsk Obrony Przeciwchemicznej w zakresie m.in. szkolenia i działania w warunkach zagrożenia radiacyjnego oraz szkolenia obronnego kadry kierowniczej PAA,
- realizacja zadań związanych z przygotowaniem rezerwy do działań w sytuacjach awaryjnych, podwyższonej gotowości obronnej i „W”,
- współpraca w zakresie ochrony radiologicznej z następującymi instytucjami innymi resortów i służbami państwowymi:
 - Biurem Bezpieczeństwa Narodowego,
 - Urzędem Ochrony Państwa,
 - Państwową Inspekcją Ochrony Środowiska,
 - Państwową Inspekcją Sanitarną,
 - Komendą Główną Straży Pożarnej,
 - Komendą Główną Straży Granicznej,
 - Wyższym Urzędem Górniczym,
 - Szefostwem Wojsk Obrony Przeciwchemicznej,
 - Centralnym Szpitalem Klinicznym Wojskowej Akademii Medycznej.
- współpraca z organami innych państw oraz z organizacjami międzynarodowymi zajmującymi się ochroną radiologiczną.

2.3. System kontroli skażeń promieniotwórczych środowiska

Kontrola poziomu skażeń w Polsce prowadzona jest przez Służbę Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych (SPSP) utworzoną na podstawie Uchwały nr 177/64 Rady Ministrów z dnia 8 maja 1961 r. oraz Uchwały nr 265/64 Rady Ministrów z 29 sierpnia 1964 r. określającej organizację i zakres działania Służby Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych.

Zadaniem SPSP jest wykonywanie pomiarów skażeń promieniotwórczych elementów środowiska naturalnego oraz opracowywanie danych i formułowanie wniosków dla właściwych organów państwowych. Działanie służby nadzorowane jest przez Departament Systemu Ochrony Radiologicznej i Obrony Cywilnej Państwowej Agencji Atomistyki.

Służbę pomiarów tworzą terenowe placówki pomiarowe i Centralny Ośrodek Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych.

Centralny Ośrodek Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych

Centralny Ośrodek Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych (COPSP) w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR) w Warszawie, koordynuje i nadzoruje z ramienia Prezesa PAA całokształt prac związanych z pomiarami skażeń promieniotwórczych, prowadzonych w stacjach terenowych i w swoich laboratoriach.

Do zadań COPSP należy w szczególności:

- opracowywanie programów, organizacji i metodyk pomiarów skażeń promieniotwórczych w stacjach terenowych,
 - oznaczanie aktywności właściwej materiałów środowiskowych dostarczanych przez stacje terenowe,
 - gromadzenie i analiza danych pomiarowych w celu sporządzenia okresowych raportów o sytuacji radiacyjnej oraz dla podjęcia właściwych działań interwencyjnych w sytuacjach zagrożenia radiacyjnego,
 - organizowanie i wykonywanie pomiarów kalibracyjnych dla wszystkich elementów systemu pomiaru skażeń promieniotwórczych,
 - organizowanie szkolenia i konsultacji dla pracowników stacji terenowych oraz dla instytucji współpracujących z systemem.
- Prezes PAA może powierzyć COPSP wykonywanie innych zadań wynikających z aktualnej sytuacji radiacyjnej.

Terenowe placówki pomiarowe

Placówki pomiarowe zorganizowane są w laboratoriach należących do resortów: Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej, Ministerstwa Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, Ministerstwa Obrony Narodowej, Ministerstwa Edukacji Narodowej i Państwowej Agencji Atomistyki. Są to między innymi: Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Wojewódzkie Stacje Sanitarne-Epidemiologiczne, Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska, Zakłady Higieny Weterynaryjnej, Stacje Chemiczno-Rolnicze, Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji oraz (pojedynczo) placówki niektórych instytutów naukowo-badawczych. Placówki pomiarowe funkcjonalnie podlegają swoim macierzystym instytucjom, natomiast ich działanie merytoryczne jest koordynowane i nadzorowane przez Centralny Ośrodek Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych.

Pomiarami skażeń objęte jest powietrze, opad całkowity, wody powierzchniowe, woda wodociągowa, ścieki, gleba, rośliny oraz artykuły spożywcze.

Placówki pomiarowe SPSP tworzą sieci: alarmową, podstawową i specjalistyczną.

Sieć alarmową tworzą placówki w 12 stacjach meteorologicznych, prowadzących ciągle pomiary poziomu promieniowania gamma (moc dawki) oraz pomiary radioaktywności dobowych próbek aerozoli atmosferycznych i opadu całkowitego. Wyniki pomiarów stanowią podstawę do szybkiej oceny sytuacji radiologicznej w kraju. W sytuacji normalnej, wyniki przekazywane są w formie okresowych meldunków do COPSP w CLOR. W przypadku stwierdzenia sytuacji nienormalnej, określonej w instrukcji pomiarowej, wyniki pomiarów przekazywane są natychmiast za pomocą sieci łączności teleksowej do IMiGW oraz do COPSP.

W ramach sieci alarmowej działa również 27 placówek, prowadzących ciągły pomiar poziomu promieniowania gamma, zlokalizowanych w służbach dyżurnych wojewodów (Obrony Cywilnej) oraz 11 placówek w jednostkach Ministerstwa Obrony Narodowej.

Sieć podstawową tworzą placówki:

- Wojewódzkich Stacji Sanitarne-Epidemiologicznych (WSSE) kontrolujących radioaktywność opadu całkowitego oraz produktów spożywczych (m.in. mleka),
- Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska (dawne Ośrodki Badań i Kontroli Środowiska) kontrolujących radioaktywność wód powierzchniowych, ścieków, gleby oraz – w ograniczonym zakresie – opadu całkowitego.

Do sieci podstawowej zalicza się również placówki:

- Okręgowych Stacji Chemiczno-Rolniczych (plody rolne; głównie zboże, warzywa i owoce),
- Wojewódzkich Zakładów Higieny Weterynaryjnej (mięso, pasza i trawa),
- Przedsiębiorstw Wodociągów i Kanalizacji (woda pitna i ścieki komunalne).

Placówki te, zorganizowane we własnych strukturach resortowych, przekazują wyniki pomiarów terenowych organom administracji państwowej oraz do COPSP w CLOR.

Sieć specjalistyczną tworzą placówki pomiarowe zlokalizowane w instytutach i jednostkach naukowo-badawczych oraz w niektórych wyższych uczelniach. Stacje pomiarowe zainstalowane w 6 placówkach umożliwiają wykrywanie nawet śladowych zawartości sztucznych izotopów promieniotwórczych w powietrzu, wprowadzanych do środowiska w wyniku działalności człowieka, w tym, w wyniku awarii radiacyjnych. Placówki te są wyposażone w wysokoczułe zestawy spektrometryczne oraz laboratoria umożliwiające selektywne oznaczanie poszczególnych radionuklidów w próbach środowiskowych. Wyniki pomiarów w sytuacji normalnej przesyłane są okresowo do CLOR. Przewiduje się włączenie tej sieci do systemów pomiarowych krajów EWG.

Na podstawie omówionych powyżej danych pomiarowych, przekazywanych okresowo z CLOR do PAA, Departament Systemu Ochrony Radiologicznej i Obrony Cywilnej PAA sporządza raz w miesiącu komunikat o sytuacji radiacyjnej kraju. Komunikat ten przekazywany jest do Biura Prasowego Rządu, Biura Bezpieczeństwa Narodowego przy Kancelarii Prezydenta RP, Głównego Inspektora Ochrony Środowiska, Głównego Inspektora Sanitarnego, Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska, Szefostwa Wojsk Obrony Przeciwchemicznej MON, Polskiej Agencji Prasowej oraz redakcji „Rzeczpospolitej”, „Życia Warszawy” i „Gazety Wyborczej”.

2.4. Ośrodek Dyspozycyjny Służby Awaryjnej i Krajowy Punkt Kontaktowy

W celu zapewnienia fachowej pomocy i nadzoru przy likwidacji różnego rodzaju anomalii radiacyjnych działa w CLOR Ośrodek Dyspozycyjny Służby

Awaryjnej (ODSA), który podczas całodobowych dyżurów przyjmuje telefoniczne i teleksowe meldunki o zaistniałych w kraju wydarzeniach nadzwyczajnych oraz wydaje dyspozycje jednostce zgłaszającej co do sposobu postępowania, bądź wysyła ekipę interwencyjną CLOR na miejsce zdarzenia.

W ramach realizacji międzynarodowych konwencji z 1986 r. o wczesnym powiadamianiu o awarii jądrowej oraz o wzajemnej pomocy, w CLOR przy ODSA funkcjonuje równocześnie krajowy punkt kontaktowy (KPK) w systemie informacyjno-ostrzegawczym Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej; punkt ten umożliwia realizację zobowiązań wynikających z umów dwustronnych o wczesnym powiadamianiu o awarii jądrowej.

W 1993 r. ODSA przyjął 90 zgłoszeń o wydarzeniach nadzwyczajnych w kraju (z tego w 30 przypadkach wymagany był wyjazd interwencyjny ekipy awaryjnej) oraz 3 meldunki o incydentach (w tym jeden w ramach ćwiczeń prowadzonych przez MAEA w Wiedniu) za pośrednictwem KPK.

2.5. Kontrola narażenia indywidualnego

Indywidualne pomiary narażenia prowadzone są w kraju przez następujące resorty:

- Państwową Agencję Atomistyki, która poprzez Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej kontroluje narażenie zawodowe we wszystkich zakładach stosujących źródła promieniowania jonizującego z wyłączeniem narażenia na promieniowanie rentgenowskie o energii poniżej 300 KeV,
- Ministerstwo Zdrowia i Opieki Społecznej, które poprzez Instytut Medycyny Pracy kontroluje narażenie osób zatrudnionych wyłącznie przy aparatach rentgenowskich,
- Ministerstwo Obrony Narodowej oraz Ministerstwo Spraw Wewnętrznych, kontrolujące narażenie osób zatrudnionych w podległych jednostkach organizacyjnych.

Kontrola indywidualna narażenia radiacyjnego w górnictwie prowadzona jest zarówno przez resort Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej (przez Instytut Medycyny Pracy) jak i przez Wyższy Urząd Górniczy (poprzez Główny Instytut Górnictwa).

Dane o narażeniu indywidualnym z własnych jednostek organizacyjnych i z jednostek innych resortów dostarczane są corocznie do Departamentu Systemu Ochrony Radiologicznej i Obrony Cywilnej PAA. Są one wykorzystywane przy opracowywaniu rocznych informacji o stanie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce.

3. ŹRÓDŁA ZAGROŻENIA RADIACYJNEGO

Głównymi źródłami zagrożenia radiacyjnego w Polsce są Ośrodek Jądrowy Świerk, posiadający m.in. dwa reaktory badawcze, zestaw krytyczny, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Izotopów i znaczną ilość wypalonego paliwa oraz Centralna Składnica

Odpadów Promieniotwórczych zlokalizowana w Różanie. Łącznie, w Ośrodku Świerk znajduje się około 9000 kg materiałów jądrowych, zawierających uran, pluton i tor.

Poza tym, w Polsce jest obecnie ponad 2700 zakładów wykorzystujących do różnych celów źródła promieniowania jonizującego oraz kilka tysięcy medycznych aparatów rentgenowskich, stanowiących również istotne źródło narażenia zawodowego i narażenia pacjentów.

Tak jak w innych krajach, w Polsce istnieją także rodzaje działalności, które wprawdzie nie polegają na wykorzystywaniu urządzeń lub źródeł promieniowania, ale mogą również powodować zagrożenie radiacyjne. Kilkadziesiąt tysięcy górników pracuje w warunkach lokalnie podwyższonego poziomu promieniowania radonu, występującego w sposób naturalny w polskich kopalniach. Ludność może być m.in. narażona w przypadku niewłaściwego stosowania do celów gospodarczych odpadów przemysłowych mogących zawierać substancje promieniotwórcze, jak również na skutek podwyższonej zawartości izotopów promieniotwórczych w niektórych odpadach z działalności górniczej (wody kopalni węglowych zawierające podwyższoną zawartość izotopu radu).

Poniżej przedstawiono podstawowe informacje o ww. głównych źródłach zagrożenia radiacyjnego, szczególnie istotnych z punktu widzenia ochrony radiologicznej, jak również o jednostkach stosujących źródła promieniowania jonizującego oraz o obiektach jądrowych zlokalizowanych w krajach sąsiadujących z Polską.

3.1. Ośrodek Jądrowy Świerk

Reaktor EWA

Reaktor EWA, o nominalnej mocy 10 MW, eksploatowany w Instytucie Energii Atomowej (IEA) od 1958 r. jest reaktorem jądrowym chłodzonym i moderowanym wodą z reflektorem berylowym. Reaktor ten jest wykorzystywany głównie do produkcji radioizotopów oraz do prowadzenia badań na wiązkach neutronów wyprowadzanych za pomocą 10 kanałów poziomych.

Reaktor pracował wg zaplanowanego na 1993 r. harmonogramu w normalnym tygodniowym cyklu eksploatacyjnym na mocy 9 MW. Efektywny czas pracy reaktora EWA wyniósł 3959 godzin.

Reaktor EWA znajduje się pod stałym nadzorem specjalistycznych służb IEA, kontrolujących na bieżąco stan bjiór.

W ciągu 1993 r. były cztery nieplanowane wyłączenia reaktora. Zgodnie z opinią dozoru jądrowego, wyłączenia te nie spowodowały żadnych zagrożeń ani dla reaktora, ani dla personelu i okolicy.

W ciągu 1993 r. PIBJiOR przeprowadził dwie kontrole (w kwietniu i w grudniu) oraz szereg konsultacji, związanych głównie z postulowanym prze-

dłużeniem eksploatacji reaktora. Kontrole te wykazały, że eksploatacja reaktora EWA prowadzona jest prawidłowo, a użytkownik dysponuje stabilną i bardzo doświadczoną kadrą eksploatacyjną.

W 1993 r. odbył się transport 30 elementów paliwowych z Federacji Rosyjskiej dla reaktora EWA i paliwo to przybyło do IEA w czerwcu 1993 r. Trwają starania o kolejny zakup paliwa z Federacji Rosyjskiej, z zachowaniem identycznej procedury transportu.

Stan bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej reaktora EWA jest dobry.

Reaktor MARIA

Reaktor MARIA, o nominalnej mocy 30 MW, eksploatowany w Instytucie Energii Atomowej od 1976 r., jest wysokostrumieniowym reaktorem badawczym typu basenowego chłodzonym wodą. Moderatorami są woda i beryl. W reaktorze wykorzystuje się wysokowzbożone paliwo. Reaktor MARIA jest wyposażony w kanały poziome do badań fizycznych oraz w szereg kanałów pionowych do produkcji radioizotopów. Po dziewięcioletnim okresie eksploatacji w 1985 r. przystąpiono do jego modernizacji.

W maju 1993 r. przeprowadzono rozruch fizyczny reaktora wg zatwierdzonego przez dozór jądrowy harmonogramu i instrukcji. Równolegle odbywało się szkolenie załogi. Jednocześnie uzupełniana była dokumentacja wymagana dla przeprowadzenia rozruchu energetycznego reaktora i eksploatacji próbnej. Rozruch energetyczny przeprowadzono w czerwcu 1993 r. Do końca 1993 r. prowadzona była eksploatacja próbna.

Bieżącą kontrolę stanu bjiór wykonywały specjalistyczne służby IEA.

Zakres prac związanych z rozruchem i eksploatacją próbną reaktora dotyczył zarówno bezpośrednich pomiarów i kalibracji elementów rdzenia, jak i działań w zakresie organizacji, szkolenia i ćwiczeń personelu obsługi reaktora oraz pomiarów dozymetrycznych w zakresie skalowania systemu dozymetrycznego i kontroli zagrożenia radiacyjnego.

Wszystkie etapy prac były nadzorowane przez PIBJiOR.

W okresie rozruchu energetycznego i eksploatacji próbnej wystąpiło wiele awaryjnych wyłączeń reaktora, spowodowanych przede wszystkim niesprawnościami w systemach kontrolno-pomiarowych. Przebieg rozruchu ujawnił również nieprawidłowości w pracy personelu eksploatacyjnego. Potwierdziły to przeprowadzone przez dozór jądrowy kontrole.

W związku z tym, na wniosek PIBJiOR, nie zostało przedłużone zezwolenie na eksploatację reaktora w roku 1994. Ponowny rozruch energetyczny, a następnie przejście do eksploatacji będzie mogło mieć miejsce po usunięciu tych uchybień i niesprawności oraz uzyskaniu pozytywnej opinii PIBJiOR.

Najważniejsze związane z tym działania to podniesienie poziomu wyszkolenia personelu eksploatacyjnego oraz usunięcie niesprawności w systemach kontrolno-pomiarowych.

Pomimo stwierdzonych nieprawidłowości, stan bjiór reaktora MARIA nie stwarzał w 1993 r. zagrożenia ani dla personelu, ani dla okolicznej ludności i środowiska.

Stanowisko badawczo-modelowe elektrowni jądrowej (SBM-EJ) reaktora MARIA

Budowę SBM-EJ rozpoczęto w drugiej połowie lat 70. Stanowisko to przeznaczone jest do badań związanych z reaktorami WWER, dotyczących:

- procesów cieplnych, hydrodynamicznych i fizycznych, zachodzących w stanach awaryjnych,
- charakterystyk cieplnych i mechanicznych paliwa jądrowego,
- skuteczność układów awaryjnego chłodzenia rdzenia.

W 1993 r. IEA przeprowadził w ograniczonym zakresie końcowe prace montażowe oraz odbiory układów Stanowiska. Najbardziej odpowiedzialne próby ciśnieniowe pierwotnego układu chłodzenia i układu symulacji awarii były nadzorowane przez inspektorów PIBJiOR.

Część rdzeniowa stanowiska (bez paliwa) wraz z pomocniczym układem chłodzenia znajduje się pod pełnym nadzorem Zakładu Eksploatacji Reaktora MARIA. Kontrole przeprowadzone przez inspektorów PIBJiOR wykazały, że stan bjiór SBM-EJ nie budzi zastrzeżeń.

Zestaw krytyczny AGATA

Zestaw ten nie był w 1993 r. eksploatowany i jest on częściowo rozmontowany. Paliwo było przechowywane w specjalnym, odpowiednio zabezpieczonym schronie. Stan paliwa oraz zestawu nie stwarza żadnego zagrożenia.

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Izotopów

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Izotopów (OBRI) prowadzi od 1962 r. działalność polegającą m.in. na wytwarzaniu, przetwarzaniu, składowaniu i transporcie źródeł promieniotwórczych. Źródła wytwarzane w OBRI są stosowane w diagnostyce i terapii medycznej oraz w nauce i przemyśle.

W 1993 r. wyprodukowano w OBRI 3955 źródeł zamkniętych (alfa, beta i gamma promieniotwórczych) o łącznej aktywności ok. 2×10^{15} Bq oraz 82073 źródeł otwartych (beta oraz beta-gamma promieniotwórczych) o łącznej aktywności ok. $5,5 \times 10^{13}$ Bq, jak również zakupiono za granicą dla odbiorców krajowych 9020 źródeł zamkniętych (alfa, beta i gamma promieniotwórczych) o łącznej aktywności ok. $1,5 \times 10^{11}$ Bq.

Bieżący nadzór nad stanem ochrony radiologicznej sprawuje Pracownia Dozymetryczna Izotopów, stanowiąca komórkę organizacyjną OBRI.

W okresie sprawozdawczym poprawiono pod względem technicznym i organizacyjnym stan bjiór w OBRI, poprzez:

- zwiększenie ilości pomieszczeń produkcyjnych objętych kontrolą uwalniania do atmosfery promieniotwórczych gazów i aerozoli,
- wyposażenie pomieszczeń wentylowanych poza głównym traktem w filtry o wysokiej skuteczności.

Ponadto, w 1993 r. w Ośrodku opracowywano dokumentację dotyczącą zapewnienia jakości, postępowania awaryjnego i szkolenia personelu.

Powyższe prace zrealizowano uwzględniając wnioski i zalecenia pokontrolne PIBJiOR.

Praca obiektów OBRI w 1993 r. nie stwarzała zagrożenia personelu, ludności i środowiska.

Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych Instytutu Energii Atomowej

Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP) zajmuje się działalnością usługową i badawczą. Działalność usługowa w zakresie odbioru, przetwarzania, zestalania oraz składowania odpadów promieniotwórczych dotyczy terenu całego kraju.

Obiekty ZUOP odebrały w 1993 r. następujące ilości odpadów promieniotwórczych:

a) stałe	87.5 m ³
w tym: medycyna	49.8 m ³
OBRI i reaktory	32.9 m ³
inni	4.8 m ³
b) ciekłe niskoaktywne	173.4 m ³
w tym: medycyna	4.2 m ³
OBRI i reaktory	170.7 m ³
c) ciekłe średnioaktywne	1.5 m ³

Podstawowe instalacje służące do magazynowania, przetwarzania oraz zestalania odpadów promieniotwórczych są eksploatowane od ponad 20 lat. Ich stan techniczny nie zawsze jest zadowalający.

W ramach pomocy technicznej udzielonej IEA przez MAEA z Wiednia, w 1993 r. wyposażono laboratorium pomiarów radiometrycznych ZUOP oraz dostarczono z Anglii instalację do cementowania odpadów promieniotwórczych. Pełny rozruch instalacji do cementowania przewidziano w III kwartale 1994 r. Realizacja pomocy technicznej MAEA jest nadzorowana przez Departament Systemu Ochrony Radiologicznej i Obrony Cywilnej PAA.

Ponadto, w 1993 r. w Zakładzie Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych prowadzono prace nad nową instalacją odbioru i magazynowania ścieków promieniotwórczych.

Inwestycje te wpłyną w sposób istotny na poprawę stanu bjiór.

Laboratorium Gorące do Badań Materiałowych Instytutu Energii Atomowej

Podstawowym członem laboratorium gorącego jest zespół 12 komór o grubości ołowianych ścian osłonowych 200 mm, zapewniających bezpieczne operowa-

nie materiałami o aktywnościach do 3.7×10^{12} Bq (100 Ci – o energii promieniowania gamma < 1 MeV). Obsługa stanowisk umieszczonych wewnątrz komór gorących prowadzona jest zdalnie, za pomocą manipulatorów lub układów zdalnego sterowania.

Laboratorium gorące umożliwia prowadzenie badań materiałowych, dotyczących głównie badania i analizy zmian parametrów strukturalnych i wytrzymałościowych w materiałach, wywołanych oddziaływaniem promieniowania neutronowego i gamma, a na tej podstawie, ocenę stanu bezpieczeństwa konstrukcji reaktorowych. W komorach mogą być badane wysoko-aktywne próbki materiałów napromienione w sondach i pętlach reaktorowych. W Laboratorium mogą również być preparowane nowe materiały półprzewodnikowe i nadprzewodnikowe, otrzymywane metodą naswietlania w reaktorze.

Laboratorium zostało wybudowane w 1992 r. i uzyskało formalne zezwolenie Prezesa PAA na eksploatację w lutym 1993 r.

Kontrole przeprowadzone w Laboratorium Gorącym przez dozór jądrowy wykazały, że stan bjiór Laboratorium nie budzi zastrzeżeń.

Przechowalniki wypalonego paliwa

W IEA w Świerku znajdują się następujące odmiany (rodzaje) wypalonego paliwa jądrowego z reaktorów EWA i MARIA (stan na 31.12.1993 r.):

typu EK-10	– 2594 szt.
typu WWR-SM oraz WWR-M2	– 2365 szt.
typu MR-6	– 195 szt.

Wypalone paliwo, z uwagi na potencjalne zagrożenie przez nie stwarzane, wymaga spełnienia właściwych warunków technicznych (odbiór ciepła, ochrona przed promieniowaniem, ochrona fizyczna) i organizacyjnych (kwalifikowany personel, organizacja nadzoru) w ciągu wielu dziesiątek lat.

Warunki przechowywania wypalonego paliwa w przechowalnikach (19 i 19A) były na bieżąco kontrolowane przez specjalistyczne służby IEA.

Z przeprowadzonych przez PIBJiOR w kwietniu i grudniu 1993 r. kontroli wynika, że wszystkie przechowywane elementy paliwowe wykazują stan zadowalający. Groźbę skutków korozji (powstała w wyniku długotrwałego przechowywania paliwa „pod wodą”) należy rozpatrywać w kategoriach potencjalnego zagrożenia. Ponieważ jednak groźba taka istnieje, konieczne jest opracowanie i zrealizowanie odpowiedniego programu szczegółowego śledzenia stanu przechowywanego w przechowalnikach wypalonego paliwa.

Sytuacja radiacyjna na terenie i w otoczeniu Ośrodka Jądrowego Świerk

Ze względu na potencjalne zagrożenie radiacyjne dla środowiska, jakie stwarza Ośrodek Jądrowy Świerk, Zakład Ochrony Radiologicznej (ZOR) Instytutu Energii Atomowej prowadził w 1993 r., na terenie i w otoczeniu Ośrodka, stałą kontrolę dozymetryczną i radiometryczną.

Kontrola ta obejmowała:

- systematyczną ocenę narażenia indywidualnego w miejscu pracy (pomiar dawek indywidualnych i monitoring stanowisk pracy) osób zatrudnionych w Ośrodku Świerk,
- pomiary uwolnień substancji promieniotwórczych do atmosfery oraz do środowiska wodnego (ścieki),
- pomiary radioaktywności głównych komponentów środowiska naturalnego oraz pomiary promieniowania X i gamma na terenie i w otoczeniu Ośrodka.

Kontrola narażenia indywidualnego pracowników Ośrodka wykazała, że w 1993 r. nie zarejestrowano przekroczenia poziomu inspekcyjnego (0,1 wartości dawki granicznej) u żadnego z pracowników a u ok. 98% nie stwierdzono dawek mierzalnych (tj. powyżej 0,5 mSv). W 1993 r. aktywność lotnych substancji promieniotwórczych usuniętych do atmosfery wynosiła:

– reaktory EWA i MARIA:
gazy szlachetne – $6,23 \cdot 10^{13}$ Bq
jod-131 – $1,16 \cdot 10^8$ Bq

– obiekty OBRI:
w przeliczeniu na jod-131 – $1,93 \cdot 10^9$ Bq,
tj. znacznie poniżej wartości rocznych limitów uwolnień, które wynoszą dla gazów szlachetnych $2,5 \cdot 10^{14}$ Bq, a dla jodu-131 $5 \cdot 10^9$ Bq.

Dawki otrzymane z tego tytułu przez okoliczną ludność nie przekroczyły 0,1 limitu rocznego.

W 1993 r. przeprowadzono 175 kontroli radioaktywności ścieków. Każdorazowo przed usunięciem ścieków do kanalizacji ogólnej Ośrodka pobierano próbę i określano globalną aktywność beta i gamma. Wykonano 30 analiz spektrometrycznych. W dwóch przypadkach stwierdzono przekroczenie obowiązujących limitów i przekazano ścieki do Zakładu Unieszkodliwiania Substancji Promieniotwórczych.

W 1993 r. pobrano łącznie 931 prób elementów środowiska naturalnego z terenu Ośrodka Świerk i okolicy, przeprowadzając każdorazowo pomiary globalnej zawartości nuklidów beta-promieniotwórczych oraz wykonując 179 analiz spektrometrycznych. Dla głównych elementów środowiska naturalnego uzyskano następujące wyniki (radionuklidy sztuczne):

- średnie zawartości Cs-137 w aerozolu atmosferycznych wynosiły $8,4 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ dla terenu Ośrodka Świerk i $3,4 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ dla stacji w Świdrze,
- średnia miesięczna zawartość Cs-137 w wodach drenażowo-opadowych wynosiła 12 mBq/l,
- średnia zawartość Cs-137 w ściekach sanitarnych usuwanych do kolektora otwockiego wynosiła 40 mBq/l,
- średnia miesięczna zawartość Cs-137 w wodzie studziennej z okolicznych gospodarstw wynosiła 20 mBq/l,
- średnia zawartość Cs-137 w mleku z okolicznych gospodarstw wynosiła 2 Bq/l,
- w szlamach z oczyszczalni miejskiej w Otwocku i Mińsku Mazowieckim stwierdzono obecność Cs-137 na poziomie 85 Bq/kg s.m. i 35 Bq/kg s.m. oraz Ra-226 na poziomie 95 Bq/kg s.m. i 100 Bq/kg s.m. odpowiednio,

- w szlamach z przepompowni ścieków sanitarnych w Świerku stwierdzono obecność Cs-137 na poziomie 510 Bq/kg s.m. oraz Co-60 na poziomie 240 Bq/kg s.m. i I-131 na poziomie 45 Bq/kg s.m. (szlamy te nie są usuwane poza teren Ośrodka),
 - nie stwierdzono obecności sztucznych radionuklidów w próbkach trawy pobieranych z okolicy Ośrodka Świerk, Góry Kalwarii i Stacji w Świdrze.
- Stężenie izotopów Sr-90 i H-3 (trytu) w ściekach ogólnych i wodach drenażowych Ośrodka Świerk wynosiły odpowiednio 18 mBq/l i 25 Bq/l.

Średnia wartość mocy dawki promieniowania gamma i X przy ogrodzeniu oraz w okolicy Ośrodka Świerk w 1993 r. nie odbiegały od wartości średnich krajowych.

Dane o bieżącej sytuacji radiacyjnej na terenie i w otoczeniu Ośrodka Świerk są systematycznie przekazywane do Departamentu Systemu Ochrony Radiologicznej i Obrony Cywilnej PAA.

Zbiór danych całorocznych wykorzystywany jest w DSORiOC przy opracowywaniu rocznych informacji o stanie bjiór w Polsce.

Powyższe dane pozwalają stwierdzić, że nie obserwuje się wpływu pracy Ośrodka Jądrowego Świerk na środowisko przyrodnicze w jego otoczeniu.

3.2. Centralna Składowica Odpadów Promieniotwórczych (CSOP) w Róźnie

CSOP (jedyna w Polsce) eksploatowana jest od 1961 r. Do celów składowania został zaadaptowany fort zbudowany w latach 1905–1910, użytkowany i zarządzany poprzednio przez służby wojskowe. Powierzchnia całkowita fortu wynosi 4,2 ha. Składowane w CSOP odpady promieniotwórcze, przyjmowane i unieszkodliwiane w IEA w Świerku, powstają w wyniku stosowania izotopów w medycynie, przemysle i w badaniach naukowych, podczas produkcji otwartych i zamkniętych źródeł promieniowania oraz w toku eksploatacji reaktorów badawczych.

Odpady promieniotwórcze składowane są obecnie w CSOP w Róźnie na podstawie Porozumienia pomiędzy Zarządem Gminy i Miasta Różan a IEA. Porozumienie to zakłada zakończenie eksploatacji tego składowiska do 31 grudnia 1996 roku.

W ciągu 1993 r. Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych IEA przekazał do CSOP w Róźnie 78,53 m³ odpadów tj. ok. dwukrotnie mniej niż w 1992 r., co wynika z zastosowania nowej technologii przerobu odpadów. Według przeprowadzonej przez ZUOP IEA oceny, łączna aktywność znajdujących się w CSOP w Róźnie odpadów promieniotwórczych wynosiła w dniu 31.12.1993 r. 820 Ci (30 340 GBq).

Sytuacja radiacyjna na terenie i w otoczeniu CSOP w Róźnie

W ramach obowiązującego programu kontroli stanu ochrony przed promieniowaniem CSOP w Róźnie, Zakład Ochrony Radiologicznej IEA

prowadził w 1993 r. systematyczne pomiary radiometryczne i dozymetryczne obrazujące:

- radioaktywność głównych elementów środowiska naturalnego,
- poziom promieniowania na terenie składowiska i w jego otoczeniu,
- narażenie indywidualne osób zatrudnionych w CSOP.

Pomiarami kontrolnymi objęto następujące elementy środowiska naturalnego:

- wody rzeki Narew w jej górnym i dolnym biegu w stosunku do położenia CSOP,
- wody gruntowe z 8 odwiertów na terenie składowiska i z 4 odwiertów poza jej terenem,
- wody studzienne z dwóch okolicznych gospodarstw,
- glebę, trawę oraz żyto ze strefy nadzorowanej,
- wodę wodociagową z terenu CSOP,
- powietrze atmosferyczne na terenie CSOP.

Łącznie w 1993 roku pobrano 96 prób środowiskowych oraz 51 prób powietrza, każdorazowo oznaczając globalną zawartość nuklidów beta-promieniotwórczych.

Ponadto wykonano 85 analiz spektrometrycznych prób środowiskowych i 94 analizy wody na zawartość trytu.

Wykonane analizy spektrometryczne prób elementów środowiska naturalnego wskazują, że poza naturalnym izotopem K-40 zidentyfikowano obecność izotopu Cs-137 na poziomie śladowym, tj. występującym w innych rejonach kraju jako rezultat awarii czarnobylskiej.

Analizy spektrometryczne prób powietrza wykazały obecność berylu-7 pochodzenia kosmicznego o średniej aktywności $4,5 \text{ mBq}/\text{m}^3$ oraz cezu-137, potasu-40 i europu-152 o aktywnościach odpowiednio $25 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$, $0,4 \text{ mBq}/\text{m}^3$ i $0,1 \text{ mBq}/\text{m}^3$. Obecność potasu i cezu spowodowana jest ich zawartością w glebie. Obecność europu-152 rejestrowana jest na bardzo niskim poziomie (poniżej 10^{-5} DAC), nie stwarzającym zagrożenia. Jego pochodzenie będzie przedmiotem dalszych badań.

Podczas kontroli zawartości trytu w wodach gruntowych na terenie i w otoczeniu składowiska, prowadzonych przez Zakład Ochrony Radiologicznej IEA jak również przez Państwowy Instytut Geologiczny, w wodzie pobranej z piezometrów znajdujących się na terenie CSOP stwierdzono zwiększoną obecność trytu. W kilku piezometrach (131,11 p, 130 i 12 p) zawartość trytu w wodzie była znacznie podwyższona (na poziomie kilobekerei na litr).

W dniu 14 grudnia 1993 roku stwierdzono obecność trytu w prawie wszystkich próbkach wody, w tym także w wodzie wodociagowej miasta Różan. Pobrane następnie w dniach 27 i 29 grudnia próby wody wykazały spadek aktywności trytu w wodzie poniżej wartości 10 Bq/l; wyniki te podważają wiarygodność poprzednich pomiarów. Nie mniej jednak trwają prace nad wyjaśnieniem wzrostu aktywności właściwej wód i lokalizacją ich źródeł.

Spożywanie wody o zarejestrowanej aktywności 390 Bq/l w ilości 2,5 l dziennie przez 1 rok powoduje otrzymanie dawki rocznej 6 μ sv. Stanowi to około 0,6% dawki granicznej dla populacji oraz około 0,2% dawki pochodzącej od tła naturalnego. Oznacza to, że nawet całoroczne spożywanie wody z punktu o najwyższej zawartości trytu nie stanowi zagrożenia.

Wyniki pomiarów tła wskazują, że poza rejonem składowisk nr 1 i 8, gdzie maksymalna wartość mocy dawki (obliczona z ekspozycji kwartalnej) nie przekraczała trzykrotnej wartości tła naturalnego, w pozostałych rejonach składnicy poziom promieniowania nie odbiegał od poziomu tła naturalnego.

Poza terenem CSOP podwyższony poziom promieniowania rejestrowano tylko w bezpośrednim otoczeniu ogrodzenia przy składowisku nr 8; w odległości ok. 7–10 m od ogrodzenia poziom ten nie przekraczał tła naturalnego. Potwierdzają to wyniki pomiarów uzyskanych z dawkomierzy TL umieszczonych w rejonie południowym i zachodnim otoczenia składnicy, w odległościach 35–75 m od ogrodzenia składnicy.

W 1993 r. przeprowadzono w CSOP 3 inspekcje dozymetryczne wykonane przez Zakład Ochrony Radiologicznej IEA, sprawujący bieżącą kontrolę nad stanem ochrony radiologicznej w CSOP, obejmujące między innymi:

- pomiary rozkładu mocy dawek w określonych punktach kontrolnych,
- pomiary skażeń powierzchni na terenie i w obiektach, gdzie przebywają stale lub okresowo pracownicy CSOP,
- pomiary skażeń powietrza radionuklidami sztucznymi,
- sprawdzenie stanu wyposażenia w aparaturę pomiarową oraz w sprzęt i urządzenia ochronne,
- sprawdzenie przestrzegania regulaminów i instrukcji dozymetrycznych składnicy.

Nie zarejestrowano naruszeń zasad ochrony radiologicznej wymagających interwencji służb dozymetrycznych.

Na podstawie powyższych danych, potwierdzonych przez kompleksową kontrolę przeprowadzoną przez PIBJiOR, można stwierdzić, że:

- ogólny stan bjiór w CSOP w Różanie w 1993 r. nie budził zastrzeżeń,
- narażenie radiacyjne osób zatrudnionych w CSOP w Różanie utrzymywało się na poziomie znacznie niższym od dopuszczalnych limitów,
- poziomy zawartości substancji promieniotwórczych w elementach środowiska, w otoczeniu CSOP w Różanie nie odbiegają od poziomów rejestrowanych w innych rejonach kraju.

Dane o bieżącej sytuacji radiacyjnej na terenie i w otoczeniu CSOP w Różanie są systematycznie przekazywane do Departamentu Systemu Ochrony Radiologicznej i Obrony Cywilnej PAA.

Zbiór danych całorocznych jest wykorzystywany

w DSORiOC przy opracowywaniu rocznych informacji o stanie bjiór w Polsce. DSORiOC utrzymuje stały kontakt z Urzędem Miasta i Gminy Różan.

Eksploatacja CSOP w Różanie nie stanowi zagrożenia dla środowiska.

3.3. Zakłady użytkujące źródła promieniowania jonizującego

Ogólna liczba zakładów posiadających odpowiednie zezwolenia w związku ze stosowaniem w różny sposób źródeł promieniowania jonizującego wyniosła w końcu 1993 r. – 2713. Zakłady te obejmują jednostki organizacyjne resortu atomistyki, takie jak Ośrodek Jądrowy Świerk, ICHTJ, IFJ i CSOP oraz jednostki organizacyjne innych resortów.

Poniżej podano wybrane informacje o tych zakładach:

1) 434 pracownicy stosujących otwarte źródła promieniotwórcze, a w tym:

- 16 pracownicy klasy I,
- 68 pracownicy klasy II,
- 350 pracownicy klasy III,

2) 18 jednostek stosujących otwarte źródła promieniotwórcze do prac terenowych,

3) 141 jednostek stosujących źródła promieniotwórcze do prac defektoskopowych,

4) 32 jednostki stosujące aplikatory promieniotwórcze do celów medycznych,

5) 21 jednostek stosujących urządzenia do gammaterapii,

6) 19 jednostek stosujących urządzenia radiacyjne zawierające duże źródła promieniotwórcze o aktywnościach od kilku do kilkudziesięciu TBq (urządzenia do prac naukowo-badawczych oraz urządzenia stosowane w medycynie do napromieniania materiałów biologicznych, sterylizacji itp.),

7) 1404 jednostki stosujące aparaturę kontrolno-pomiarową, zawierającą źródła promieniotwórcze (chromatografy, wagi izotopowe, grubościomierze, gęstościomierze, neutralizatory ładunków elektrostatycznych),

8) 240 jednostek stosujących zamknięte źródła promieniotwórcze o niskiej aktywności bez stałych osłon,

9) 13 jednostek stosujących zamknięte źródła promieniotwórcze do prac terenowych,

10) 40 jednostek stosujących urządzenia wytwarzające promieniowanie jonizujące (akceleratory przemysłowe i lecznicze, betatrony, cyklotrony),

11) 178 uprawnionych instalatorów czujek dymu,

12) 39 uprawnionych instalatorów aparatury kontrolno-pomiarowej,

13) 73 jednostki prowadzące obrót źródłami promieniotwórczymi,

14) 46 jednostek składających źródła promieniotwórcze,

15) 15 jednostek zajmujących się produkcją źródeł promieniotwórczych i aparatury kontrolno-pomiarowej zawierającej źródła promieniotwórcze.

Niezależnie od tego, zarejestrowano około 6000 obiektów, w których zainstalowane są izotopowe czujki dymu, w liczbie około 800 tys. sztuk.

3.4. Transport materiałów jądrowych, źródeł i odpadów promieniotwórczych oraz paliwa jądrowego

Przewozy materiałów promieniotwórczych w kraju związane były głównie z wykonywaniem prac gammaradiograficznych w terenie, odbiorem zakupionych źródeł promieniotwórczych oraz dostarczaniem zużytych źródeł i odpadów promieniotwórczych do składnicy odpadów. Przewozy te wykonywane są przez producenta i dystrybutorów źródeł, jak również przez jednostki użytkujące źródła promieniotwórcze i urządzenia zawierające takie źródła oraz dokonujące obrotu nimi, które posiadają odpowiednie zezwolenia Głównego Inspektora Dozoru Jądrowego.

W 1993 r. wydano 177 zezwoleń na transport materiałów promieniotwórczych, w tym jedno zezwolenie na transport drogowy źródła zamkniętego na warunkach specjalnych i jedno zezwolenie na przewóz tranzytowy źródła z Niemiec do Białorusi.

Instytut Energii Atomowej, prowadząc działalność w zakresie przerobu i zabezpieczenia odpadów promieniotwórczych, odbierał na bieżąco odpady od użytkowników źródeł promieniotwórczych w kraju i przewoził do Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych, a następnie do Centralnej Składnicy Odpadów Promieniotwórczych w Różanie. W roku 1993 było około 200 takich przewozów.

Ponadto Instytut Energii Atomowej przeprowadził 59 kontroli przesyłek zawierających źródła promieniotwórcze i 42 kontrole pojazdów przewożących źródła.

Kontrolowano załadunek i rozładunek na terenie Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Izotopów w Świerku (OBRI) pojemników transportowych. Poddawane były również wrywkowej kontroli pojazdy przyjeżdżające do OBRI po źródła promieniotwórcze lub z aparaturą do wymiany źródeł. Służby dozymetryczne IEA i OBRI przeprowadziły 1155 kontroli pojazdów wywożących źródła promieniotwórcze z OBRI, w tym, w 268 przypadkach były to pojazdy odbiorców zewnętrznych. Kontrolowano stan przygotowania pojazdu, prawidłowość posiadanych dokumentów przewozowych, oznakowanie pojazdu i przesyłek oraz sposób zabezpieczenia przewożonego materiału. Ponadto, w ramach bieżącej kontroli, OBRI sprawdzał wszystkie przesyłki przygotowane do przewozu.

W roku 1993 OBRI dokonał własnym transportem 883 przewozy źródeł promieniotwórczych do odbiorców. Wykonany został jeden transport świeżego paliwa jądrowego dla reaktora EWA. Nie było transportów wypalonego paliwa jądrowego.

Wydano 54 świadectwa dopuszczenia opakowań transportowych produkowanych za granicą (typu B (U)) do stosowania na terenie kraju.

Przy transporcie materiałów promieniotwórczych nie zaobserwowano żadnych nieprawidłowości z punktu widzenia spełnienia wymagań ochrony ra-

diologicznej, za wyjątkiem przypadków nielegalnego wwozu do Polski tych materiałów.

W 1993 r. kontynuowano instalowanie na przejściach granicznych bramek dozymetrycznych, dla wychwytywania nielegalnych wwozów lub wywozów materiałów promieniotwórczych.

Ilość bramek dozymetrycznych (stan na 31.12.1993 r.) wynosiła łącznie 36, a w tym:

- 19 na przejściach drogowych,
- 12 na przejściach kolejowych,
- 1 na przejściu lotniczym.

W 1993 r. zanotowano 461 interwencji służb granicznych. W 79 przypadkach zawrócono transportowane przesyłki. W 10 przypadkach przewozy miały charakter nielegalny (brak zezwolenia na przewóz lub nieaktualne zezwolenie).

Departament Systemu Ochrony Radiologicznej i Obrony Cywilnej utrzymuje stały kontakt z Biurem Kontroli Ruchu Granicznego Komendy Głównej Straży Granicznej.

3.5. Naturalne promieniowanie jonizujące w górnictwie

Rok 1993 był pierwszym rokiem realizacji porozumienia między Prezesem Wyższego Urzędu Górniczego i Prezesem Państwowej Agencji Atomistyki w sprawie współdziałania urzędów górniczych i państwowego dozoru bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, w zakresie nadzoru i kontroli nad rozpoznawaniem i ograniczaniem zagrożeń radiacyjnych w podziemnych zakładach górniczych. Odbyły się cztery spotkania Zespołu Koordynacyjnego, powołanego do realizacji Porozumienia, na których dyskutowano sprawy organizacyjne oraz ustalono problemy wymagające rozwiązania w pierwszej kolejności. Uznano za niezbędne opracowanie wytycznych kontroli i prewencji zagrożeń radiacyjnych występujących w podziemnych zakładach górniczych. Przewiduje się, że wytyczne te zostaną wydane przez Ministerstwo Przemysłu po ukazaniu się znowelizowanej ustawy Prawo górnicze.

W ograniczonej liczbie wpłynęły do PIBJiOR sprawozdania z kopalni, dotyczące pomiarów dozymetrycznych przeprowadzonych w podziemnych zakładach górniczych w 1993 r.

Pomiary w kopalniach, mające na celu określenie zagrożenia radiacyjnego, prowadzone są przez Główny Instytut Górniczy i przez Instytut Medycyny Pracy. Rzeczywista ocena zagrożenia radiacyjnego górników, stanowiących liczebnie dużą populację, wymaga przeprowadzenia porównawczych badań nad metodami pomiarów, zwłaszcza, że uzyskiwane w różnych laboratoriach wyniki pomiarów znacznie od siebie odbiegają.

W celu wyjaśnienia tych rozbieżności Departament Systemu Ochrony Radiologicznej i Obrony Cywilnej PAA zorganizował przy współpracy z Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej seminarium pt. „Rad i radon jako źródła zagrożenia radia-

cyjnego". W następstwie przeprowadzonej dyskusji i wobec występujących w dalszym ciągu nie wyjaśnionych kwestii, Prezes Państwowej Agencji Atomistyki powołał w marcu 1993 r. Komisję ds. weryfikacji metod oznaczania radonu i pochodnych jego rozpadu pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Jana A. Czubka. Wynikiem prac Komisji jest wydany w czerwcu 1993 r. raport, zawierający charakterystykę stosowanych w kraju, przez różne placówki pomiarowe, metody pomiarowych w zakresie oznaczania radonu wraz z oceną poszczególnych metod. Komisja potwierdziła występowanie nieprawidłowości w metodyce przeprowadzanych pomiarów i w opracowywaniu i interpretacji ich wyników. W rezultacie uznała za niezbędne przeprowadzenie szerszych badań porównawczych nad metodami pomiarowymi stosowanymi przez poszczególne laboratoria i opracowanie odpowiednich standardów kalibracyjnych.

Według danych Wyższego Urzędu Górniczego w 1993 r. zatrudnionych pod ziemią było ok. 230 tysięcy górników, pracujących w 71 kopalniach węgla kamiennego, przy czym w 70 kopalniach wykonywano pomiary związane z oceną zagrożenia radiacyjnego. Dane pomiarowe uzyskane z GIG wskazują, że w 1993 r. średnią dawkę roczną górnika pracującego pod ziemią szacuje się na poziomie ok. 2 mSv, co nie przekracza 0,1 limitu narażenia radiacyjnego dla tej grupy zawodowej. Powyższe dane wskazują, że górnicy kopalń węgla kamiennego w Polsce są w nieco wyższym stopniu narażeni na naturalne promieniowanie jonizujące aniżeli górnicy kopalń węgla kamiennego w krajach Wspólnoty Europejskiej.

3.6. Izotopowe czujki dymu

W krajach jest zarejestrowanych około 6 tysięcy obiektów, w których zainstalowane są izotopowe czujki dymu, w liczbie około 800 tysięcy sztuk (stan na 31.12.1993 r.). Ponad połowę z nich stanowią czujki starego typu, ze źródłami Pu-238 i Pu-239, zwane potocznie czujkami „plutonowymi”. Począwszy od 1992 r. prowadzona jest wymiana czujek starego typu na czujki ze źródłem amerykańskim. W roku 1991 zaprzestano wydawania zezwoleń na ich instalowanie.

Obecnie instalowane czujki ze źródłem AM-241 o aktywności do 40 kBq są czujkami nowej generacji i w pełni bezpiecznymi.

Z uwagi na brak zagrożenia od izotopowych czujek dymu nowej generacji, dopuszczono do powszechnego użytku kilku typów autonomicznych izotopowych czujek dymu, utrzymując kontrolę jedynie nad dystrybucją hurtową tych czujek.

3.7. Obiekty jądrowe zlokalizowane wokół Polski

W odległości ok. 200 km od granic Polski usytuowanych jest 7 pracujących elektrowni jądrowych posiadających razem 17 czynnych bloków o łącznej

zainstalowanej mocy ok. 14 tys. MW(e). Wśród nich znajduje się m.in. dziesięć bloków z reaktorami WWER-440:

- 4 bloki elektrowni Bohunice,
- 2 bloki elektrowni Równe,
- 4 bloki elektrowni Dukowany,
- dwa bloki z reaktorem WWER-1000:
- 1 blok elektrowni Chmielnicka,
- 1 blok elektrowni Równe,
- oraz trzy bloki z reaktorem BWR:
- 2 bloki elektrowni Barsebeck (Szwecja),
- 1 blok elektrowni Krummel (RFN).

Na Litwie pracują 2 bloki RBMK o mocy 1500 MW(e) każdy (EJ Ignalino). Trzeci identyczny blok tej elektrowni jest w trakcie budowy.

- Na rozpatrywanym obszarze budowanych jest dalszych 10 bloków:
- 4 bloki WWER-440 elektrowni Mochowce,
 - 1 blok WWER-1000 elektrowni Równe,
 - 2 bloki WWER-1000 elektrowni Temelin,
 - 3 bloki WWER-1000 elektrowni Chmielnicka.

W odległości do 600 km od granic Polski, w krajach sąsiadujących, znajduje się 26 pracujących elektrowni jądrowych (50 bloków energetycznych), w tym również elektrownia w Czarnobylu z reaktorami typu RBMK.

Powyższe dane wskazują, że w najbliższym sąsiedztwie granic naszego kraju znajdują się poważne potencjalne źródła zagrożenia radiologicznego.

W tej sytuacji istnieje konieczność odpowiedniego przygotowania systemu, sprzętu i kadr na wypadek awarii.

Zastosowanie odpowiednich działań prewencyjnych we wczesnej fazie awarii zależy od:

- dobrej znajomości charakterystyk technicznych tych obiektów i wcześniejszej dokładnej symulacji możliwych scenariuszy rozwoju awarii,
- szybkości przekazywania i jakości informacji,
- szybkości i jakości wykonania ocen prognostycznych dotyczących prawdopodobnych uwolnień substancji promieniotwórczych do środowiska oraz ich rozprzestrzeniania,
- weryfikacji tych danych za pomocą wysokoczułych stacji pomiarowych sieci monitoringu radiologicznego oraz
- szybkości i trafności podejmowania decyzji przez ośrodek decyzyjne.

W 1993 r. prowadzone były prace nad Systemem Wspomagania Decyzji w Przypadku Awarii Jądrowej w Europie. Prace te wykonywane były przez Zespół Badawczy w Instytucie Energii Atomowej w Świerku. Zespół ten stowarzyszony jest z projektem RODOS Unii Europejskiej i częściowo finansowany przez Dyрекcję Generalną XII Komisji Wspólnot Europejskich. System Wspomagania Decyzji docelowo spełniałby wszystkie omówione powyżej wymagania, jednak ze względu na długofalowy harmonogram prac, wdrożenie go w Polsce będzie możliwe dopiero za kilka lat. W okresie

przejściowym, do pełnego wdrożenia ww. Systemu, możliwe jest wykonywanie ocen i analiz w przypadku nadzwyczajnego zagrożenia radiacyjnego z wykorzystaniem istniejących już, posiadanych przez PIBJiOR metod i narzędzi obliczeniowych (programy komputerowe RELEASE i METEO/MEDOS). Jednocześnie udział pracowników PIBJiOR w realizacji regionalnych programów MAEA pozwala na uzyskanie wielu istotnych danych na temat elektrowni znajdujących się wokół Polski, umożliwiającą ocenę stanu zagrożenia powodowanego przez te elektrownie, jak również na przeprowadzenie takiej oceny dla warunków awaryjnych.

Uzyskanie odpowiedniej i szybkiej informacji w wypadku awarii jądrowej za pośrednictwem systemu informacyjno-ostrzegawczego MAEA możliwe jest dzięki uczestnictwu Polski w konwencjach z 1986 roku o wczesnym powiadamianiu o awarii jądrowej i o wzajemnej pomocy w przypadku awarii lub zagrożenia radiacyjnego; możliwości te zwiększa zawarcie dwustronnych porozumień o wymianie informacji i współpracy w zakresie bjiOR w krajami ościennymi (szczególnie istotne są tu porozumienia z Ukrainą, Rosją i Litwą).

4. NADZÓR I KONTROLA W ZAKRESIE ZABEZPIECZEŃ ORAZ OCHRONY FIZYCZNEJ MATERIAŁÓW JĄDROWYCH

Wszystkie materiały jądrowe na terenie całego kraju, a w szczególności paliwo jądrowe na terenie Ośrodka Świerk, objęte są Krajowym Systemem Ewidencji i Kontroli oraz Ochrony Fizycznej Materiałów Jądrowych. Działania w tym zakresie prowadzone są w ramach Systemu Zabezpieczeń Międzynarodowych (Safeguard).

Za nadzór i kontrolę materiałów jądrowych na terenie kraju odpowiedzialny jest Wydział Nadzoru Obiektów Jądrowych PIBJiOR.

W zakresie kontroli zabezpieczeń materiałów jądrowych, w 1993 r. inspektorzy dozoru jądrowego skontrolowali rejon bilansu materiałów jądrowych (MBA) w Polsce, dokonując inwentaryzacji materiałów jądrowych w 50 instytucjach na terenie całego kraju. Część inspekcji (12) przeprowadzana była z udziałem inspektorów MAEA z Wiednia. W sierpniu 1993 r. wykonano pomiary kontrolne paliwa świeżego i wypalonego w IEA w Świerku. W trakcie kontroli systemów zabezpieczeń nie stwierdzono wypadków wykorzystywania materiałów jądrowych do celów niezgodnych z ich przeznaczeniem. Nieprawidłowości w dokumentacji, ujawniane w niektórych rejonach bilansu materiałowego zostały usunięte.

Kontrola obiektów jądrowych, tj. reaktorów EWA i MARIA, wykazała, że stan ochrony fizycznej nie wszędzie spełniał wymogi międzynarodowe, wynikające z podpisanej Konwencji o Ochronie Fizycznej Materiałów i Obiektów Jądrowych. Do końca 1993 r. uchybienia zostały usunięte.

Główne miejsca, w których znajduje się najwięcej uranu wysokowzbogaconego, to magazyny świeżego paliwa reaktorów EWA i MARIA. Pomieszczenia te są wyposażone w specjalny system alarmowy. Dodatkowy system zabezpieczenia, stosowany przez inspektorów MAEA, polega na plombowaniu pojemników z paliwem jednorazowymi plombami MAEA. Taki sposób zabezpieczenia pozwala na skrócenie i ułatwienie kontroli ilości paliwa jądrowego.

Krajowy System Zabezpieczeń Materiałów Jądrowych, zgodnie z układem zawartym z MAEA w Wiedniu, podlega ściślemu nadzorowi i kontroli Departamentu Zabezpieczeń MAEA. W ramach tego nadzoru i kontroli, w 1993 r., PIBJiOR przesłał do MAEA następujące standardowe raporty:

ICR – zawiadomienia o transferach	– 33
PIL – inwentaryzacje fizyczne	– 6
MBR – stany bilansowe w rejonach	– 6

W 1993 r. nie stwierdzono żadnych nieściśności w stanie materiałów jądrowych w Polsce.

W związku z ujawnieniem kilku przypadków nielegalnego obrotu materiałami jądrowymi wysłano do MAEA odpowiednie raporty, m.in. przesłano zakodowane informacje dotyczące 8 zakwestionowanych partii materiałów jądrowych – uranu zubożonego oraz naturalnego. Materiały te są składowane w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej. Ich ilość stanowi 0,14% jednostki rozliczeniowej MAEA, określającej możliwość wytworzenia jądrowego ładunku wybuchowego (przy wartości jednostki rozliczeniowej 100% możliwe jest wytworzenie jednego ładunku wybuchowego).

5. KONTROLA NARAŻENIA ZAWODOWEGO GRUP PRACOWNICZYCH

Limity napromienienia dla osób zawodowo pracujących w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące, zdefiniowane jako dawki graniczne, określone zostały w Zarządzeniu Prezesa PAA z dnia 31.03.1988 r. i odpowiadają w pełni standardom międzynarodowym.

Limit rocznego efektywnego równoważnika dawki (napromienienie całego ciała) dla osób zawodowo narażonych (pracowników) wynosi 50 mSv (5 rem). Roczny limit równoważnika dawki dla poszczególnych narządów i tkanek wynosi 500 mSv (50 rem) poza soczewką oka, dla której limit ten wynosi 150 mSv (15 rem).

Wymienione limity nie obejmują dawek ze źródeł naturalnych oraz zastosowań promieniowania w medycynie.

Równocześnie wymagane jest, aby osoby zatrudnione w warunkach, w których istnieje możliwość otrzymania dawki większej niż 0,1 wartości limitu rocznego (tzw. dawki granicznej), poddane były systematycznej kontroli narażenia. Dopuszcza się przy tym możliwości kontroli środowiska pracy zamiast kontroli poszczególnych osób w sytuacjach, gdy ist-

nieje pewność, że nie przekroczy się 0,3 wartości limitu rocznego.

Kontrolę wewnętrzną w zakładach stosujących źródła promieniowania jonizującego sprawują zakładowi inspektorzy ochrony przed promieniowaniem, którym uprawnienia nadaje Główny Inspektor Dozoru Jądrowego. Jednym z warunków uzyskania takich uprawnień jest ukończenie, zgodnego z zatwierdzonym przez Prezesa PAA programem, szkolenia specjalistycznego, które prowadzi bądź nadzoruje CLOR.

Stosowana w kraju aparatura dozymetryczna, taka jak przyrządy do pomiaru dawek, mocy dawki i skażeń promieniotwórczych, podlega systematycznemu, okresowemu wzorcowaniu (sprawdzaniu). Zgodnie z porozumieniem z Polskim Komitetem Normalizacji, Miar i Jakości (PKNMiJ), CLOR wykonywało wzorcowanie przyrządów dozymetrycznych, stosowanych przez użytkowników źródeł promieniowania w całym kraju.

Potrzeby w zakresie wzorcowania przyrządów zrealizowano w pełni. Stan wzorcowania uznaje się za prawidłowy.

5.1. Kontrola narażenia zawodowego grup pracowniczych prowadzona przez jednostki podległe PAA

Kontrolę wewnętrzną w zakładach stosujących źródła promieniowania jonizującego sprawują zakładowi inspektorzy ochrony przed promieniowaniem. Funkcję nadzorczą i koordynacyjną w zakresie kontroli narażenia zawodowego sprawuje Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej. Prowadzi ono również centralną kartotekę danych w tym zakresie. Według danych Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej, indywidualną kontrolą narażenia zewnętrznego od promieniowania beta, gamma, rentgenowskiego (powyżej 300 keV) oraz neutronowego objętych było w 1993 r. w Polsce 5947 osób wobec 6173 osób w 1992 r. Pomiarów dawek indywidualnych, wykonywane dawkomierzami fotometrycznymi, prowadzono w cyklach kwartalnych lub miesięcznych, zależnie od stopnia narażenia. Cykl miesięczny stosowany jest głównie w zakładach przemysłowych i dotyczy operatorów aparatów gammagraficznych.

Wyniki pomiarów wykazują, że w 1993 r. ponad 99% ogólnej liczby osób kontrolowanych otrzymało dawki poniżej 0,1 limitu rocznego. Jedynie w zakładach przemysłowych odsetek osób w tych przedziałach dawek był wyraźnie niższy (94%). Również tylko w tych zakładach zarejestrowano 2 przypadki przekroczeń limitów rocznych (62 i 60 mSv) u dwóch pracowników obsługujących aparaturę gammagraficzną (defektoskopy). Podobnie jak w latach poprzednich, główną przyczyną tych wydarzeń było nieprzestrzeżenie właściwej organizacji pracy w czasie

ekspozycji. Wyniki narażenia zawodowego w 1993 r. są podobne do uzyskanych w 1992 r.

Systematyczną kontrolą narażenia wewnętrznego objęci byli przede wszystkim pracownicy Ośrodka Jądrowego Świerk, zatrudnieni głównie przy produkcji otwartych źródeł promieniotwórczych i unieszkodliwianiu odpadów promieniotwórczych, wykonujący prace doświadczalne z trytem oraz obsługujący reaktory.

Kontrola ta polega na pomiarach zawartości radioizotopów w organizmie człowieka, wykonywanych licznikiem promieniowania całego ciała, licznikiem promieniowania tarczycy oraz poprzez analizę radiochemiczną wydzielin (mocz).

Łącznie w 1993 r. objętych pomiarami skażeń wewnętrznymi było 75 osób. Wyniki pomiarów wskazują, że u wszystkich kontrolowanych osób zmierzone zawartości sztucznych radionuklidów w organizmie, spowodowane pracą zawodową, były poniżej progu wykrywalności.

5.2. Kontrola narażenia zawodowego grup pracowniczych prowadzona przez jednostki podległe MZiOS

(na podstawie materiałów z Instytutu Medycyny Pracy z Łodzi)

Pomiary dawek indywidualnych osób narażonych wyłącznie na promieniowanie rentgenowskie (rtg) prowadzi Instytut Medycyny Pracy (IMP) w Łodzi.

Z uwagi na brak pełnych wyników pomiarów dawek z roku 1993 w niniejszym opracowaniu podano dane z 1992 r. Ponieważ liczba aparatów rtg, przeprowadzonych ekspozycji oraz personel obsługujący te aparaty w 1993 r. nie uległy istotnym zmianom w porównaniu do roku 1992, można przyjąć, że narażenie zawodowe osób kontrolowanych w 1993 r. było na poziomie roku ubiegłego.

Pomiarami dawek indywidualnych w 1992 r. objętych było 26072 osoby, kontrolowane w cyklach dwumiesięcznych za pomocą dawkomierzy fotometrycznych.

Wyniki pomiarów wskazują, że około 99,74% kontrolowanych osób otrzymuje dawki poniżej 0,1 limitu rocznego (tj. poniżej 5 mSv), ponad 98,29% otrzymuje dawki poniżej progu wykrywalności metody pomiarowej (0,1 mSv) w każdym cyklu pomiarowym.

Największe narażenie występuje w grupie lekarzy, operatorów w radiologii zabiegowej, gdzie 93,12% osób otrzymało dawki roczne poniżej 1 mSv, przy czym tylko u 13 osób stwierdzono dawki przekraczające 5 mSv. Przekroczeń rocznych w tej grupie nie było w ogóle.

Przekroczenie limitu rocznego (tj. przekroczenie rocznego równoważnika dawki 500 mSv) wystąpiło u 9 osób z personelu sal operacyjnych.

5.3. Kontrola narażenia zawodowego grup pracowniczych MON i MSW (na podstawie materiałów otrzymanych z Centralnego Szpitala Klinicznego WAM w Warszawie)

Kontrolą narażenia indywidualnego objęte są osoby zatrudnione w resortowych pracowniach rentgenowskich, medycyny nuklearnej, izotopowych i zamkniętych źródeł promieniowania jonizującego (głównie źródła kobaltowe i cezowe). Pomiarów dawek indywidualnych wykonywano dawkomierzami fotometrycznymi w cyklach kwartalnych, obrazujących narażenie zewnętrzne. Narażenie wewnętrzne dotyczy jedynie kilkunastu osób personelu lekarskiego, prowadzących leczenie chorych z nadczynnością tarczycy za pomocą izotopu jodu-131. Przeprowadzone pomiary nie wykazały podwyższonej zawartości jodu-131 u tych osób.

Łącznie w jednostkach organizacyjnych MON i MSW w 1993 r. objętych było indywidualną kontrolą narażenia 1512 osób.

Wyniki pomiarów wskazują, że w 1993 r. około 97% osób kontrolowanych otrzymało dawki poniżej 0,1 limitu rocznego, a około 99,5% poniżej 0,3 limitu rocznego, tj. otrzymane dawki były na poziomie 1992 r. Nie stwierdzono otrzymania dawki przekraczającej limit roczny.

6. SYTUACJA RADIACYJNA W ŚRODOWISKU NATURALNYM KRAJU

Podstawowymi wielkościami charakteryzującymi ogólną sytuację radiacyjną w środowisku są:

- poziom promieniowania gamma, obrazujący narażenie zewnętrzne ludzi od naturalnych i sztucznych źródeł promieniowania jonizującego, istniejących w środowisku lub wprowadzonych w wyniku działalności człowieka,
 - zawartości naturalnych i sztucznych izotopów promieniotwórczych w komponentach środowiska naturalnego, a w konsekwencji w artykułach spożywczych, obrazujące narażenie wewnętrzne ludzi w wyniku wchłonięcia izotopów drogą pokarmową.
- Wymienione wielkości charakteryzują się naturalną zmiennością i są w poważnym stopniu uzależnione od wprowadzonych do środowiska substancji promieniotwórczych pochodzących z wybuchów jądrowych oraz awarii w Czarnobylu.

Wykonane w 1993 r. radiometryczne pomiary elementów środowiska w Polsce wskazują, że zawartości sztucznych radionuklidów w powietrzu, opadach atmosferycznych, wodach powierzchniowych i w wodzie pitnej są na poziomie z okresu przed awarią czarnobylską. W niektórych artykułach żywnościowych i produktach spożywczych pochodzenia zwierzęcego oraz roślinnego obserwuje się nadal obecność izotopu cezu-137 wyższą od poziomów z 1985 r., tj. sprzed awarii czarnobylskiej. Zawartości izotopu strontu-90 w komponentach środowiska i artykułach spożywczych są na poziomie rejestrowanych przed awarią w Czarnobylu.

6.1. Powietrze atmosferyczne

a) Poziom promieniowania gamma

Średni poziom promieniowania gamma w 1993 r. w kraju (określany jako moc dawki promieniowania gamma na wysokości 1 m nad powierzchnią ziemi) zawierał się w granicach od 7 $\mu\text{R/h}$ (0,07 $\mu\text{G/h}$) do ok. 14 $\mu\text{R/h}$ (0,14 $\mu\text{G/h}$); oznacza to, że wartości te nie odbiegają od poziomów z 1985 r. Wyższe poziomy promieniowania występują głównie w południowych regionach kraju i wynikają z lokalnych warunków geologicznych.

Moce dawek tła promieniowania gamma na terenie kraju określono w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej na podstawie dawek z dawkomierzy termoluminescencyjnych umieszczonych w 342 stacjach i posterunkach meteorologicznych IMiGW.

b) Aerozole atmosferyczne i opad całkowity

Zawartość substancji promieniotwórczych w powietrzu atmosferycznym określana jest na podstawie pomiaru stężenia pyłów (aerozoli) radioaktywnych zawieszonych w powietrzu oraz pomiaru radioaktywności opadu całkowitego.

Wyniki pomiarów wskazują, że w 1993 r. radioaktywność globalna beta (naturalna i sztuczna) aerozoli atmosferycznych zawierała się w granicach od 0,5 mBq/m^3 do 8 mBq/m^3 (średnio około 1 mBq/m^3), co odpowiada wartościom z roku 1985. Powyższe wartości są 100-krotnie niższe od poziomów w latach 1962–1963, tj. w okresie intensywnych prób z bronią jądrową.

Radioaktywność powietrza pochodząca od sztucznych izotopów uwarunkowana była w 1993 r. jedynie obecnością izotopów cezu-137 i cezu-134. Dane pomiarowe uzyskane z 6 wysokoczułych stacji rozmieszczonych w różnych rejonach kraju wskazują, że zawartości tych izotopów w powietrzu zawierały się w granicach od 1 $\mu\text{Bq/m}^3$ do ok. 20 $\mu\text{Bq/m}^3$ (średnio 5 $\mu\text{Bq/m}^3$).

Radioaktywność powietrza pochodząca od naturalnych izotopów promieniotwórczych, uwarunkowana obecnością radonu-222 i berylu-7, wynosiła kilka Bq/m^3 (w tym ok. 4 Bq/m^3 dla radonu-222).

Średnie krajowe zawartości sztucznych izotopów cezu i strontu w rocznym opadzie całkowitym w 1993 r. wynosiły: 3,1 Bq/m^2 dla cezu-137 oraz poniżej 1 Bq/m^2 dla strontu-90, tj. były na poziomie z 1985 r.

Dane te również wskazują, że o poziomie radioaktywności powietrza w 1993 r. decydowały izotopy pochodzenia naturalnego, których radioaktywność jest o kilka rzędów wyższa (np. dla izotopu radonu-222 milion razy) od radioaktywności sztucznego izotopu cezu-137.

6.2. Gleba

Radioaktywność gleby, pochodząca od sztucznych izotopów osadzonych na powierzchni ziemi w wyniku opadu promieniotwórczego, uwarunko-

wana jest obecnie zawartością izotopu cezu-137. Dane pomiarowe wskazują na powolny spadek stężenia tego izotopu w glebie. Wyniki pomiarów przeprowadzonych przez CLOR wskazują, że stężenie izotopu cezu-137 w powierzchniowej warstwie gleby niekulturowanej wynosiły od 0,51 do 49,9 kBq/m² przy wartości średniej ok. 4,24 kBq/m². Obserwowane wartości stężeń w różnych rejonach kraju spowodowane są lokalnymi opadami deszczowymi w czasie awarii czarnobylskiej. Stężenia izotopu cezu-134 rejestrowane w glebie przed awarią były w zakresie 0,2–0,95 kBq/m². Średnia aktywność globalna beta gleby w roku 1993, wyrażona w Bq/kg, wynosiła ok. 490 Bq/kg (łącznie z izotopem potas-40) wobec średniej krajowej wartości stężenia izotopu potasu-40 wynoszącej ok. 400 Bq/kg. W poszczególnych próbkach gleby globalne stężenie izotopów beta promieniotwórczych w 1993 r. zawierało się w granicach 56–1665 Bq/kg.

6.3. Wody otwarte i wodociągowe

Radioaktywność wód otwartych oraz wód wodociągowych w 1993 r. określana była jak w latach poprzednich, głównie na podstawie pomiarów globalnej aktywności beta, nie uwzględniających radioaktywności izotopu trytu oraz radu-226.

Średni poziom globalnej aktywności wód powierzchniowych w 1993 r. w Polsce wynosił – jak w roku ubiegłym – ok. 0,3 Bq/l, przy aktywnościach próbek wody pobieranej w różnych rejonach Polski, zawierających się w granicach od 0,010 Bq/l do 4,2 Bq/l. Dominującym izotopem był potas-40 pochodzenia naturalnego. Zawartość sztucznych izotopów cezu w wodach otwartych nie przekraczała 10 mBq/l, a stężenia naturalnego izotopu radu-226 zawierały się w granicach od ok. 1 mBq/l do ok. 40 mBq/l.

Średni poziom globalnej aktywności wody wodociągowej w 1993 r. był nieco poniżej wartości 0,3 Bq/l, przy aktywnościach pojedynczych próbek w granicach 0,01–2,4 Bq/l. Obserwowane różnice są spowodowane wyłącznie różnymi zawartościami naturalnego izotopu – potasu-40. Zawartości sztucznych izotopów cezu w tej wodzie zawierały się w granicach od 1,8–3,4 Bq/l, a izotopu radu-226 od ok. 0,4 mBq/l do ok. 8 mBq/l.

Powyższe dane wskazują, że radioaktywność wód powierzchniowych i wodociągowych w 1993 r. była na poziomie z roku 1985.

Oddzielnym zagadnieniem jest zawartość naturalnego izotopu Ra-226 w dołowych wodach kopalnianych. Zawartość Ra-226 w tych wodach jest rzędu kilkuset, a w pojedynczych przypadkach nawet kilku tysięcy Bq/l. W wodach odprowadzanych z kopalni do środowiska stężenia te są na poziomie od kilku do kilkunastu Bq/l. Należy jednak zaznaczyć, że wody te traktowane są jako odpady przemysłowe.

6.4. Artykuły spożywcze

W 1993 r. Departament Systemu Ochrony Radiologicznej i Obrony Cywilnej opracował projekt Za-

rzędzenia Prezesa PAA, określający dopuszczalne zawartości radionuklidów w artykułach żywnościowych przewidzianych dla obrotu wewnętrznego lub pochodzących z importu.

Projekt ten zgodny z zaleceniami Wspólnot Europejskich, które przewidują między innymi, że zawartość izotopów cezu w mleku, przetworach mlecznych i produktach dla dzieci nie może przekraczać 370 Bq/kg, a w pozostałych produktach żywnościowych – 600 Bq/kg. Dla obrotu wewnętrznego, tj. dla własnych produktów, dopuszcza się jeszcze wyższe wartości stężeń izotopów cezu (np. 1000 Bq/kg dla produktów mlecznych i płynnych). Na skutek sprzeciwu Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej projekt ten nie został wprowadzony w życie.

6.4.1. Mleko płynne i mleko odtłuszczone w proszku

Produktem stanowiącym najważniejszy wskaźnik zagrożenia radiologicznego człowieka od spożywanych produktów jest mleko.

W mleku płynnym średnia zawartość izotopów cezu w 1993 r. wynosiła ok. 1,1 Bq/l wobec wartości 0,4 Bq/l w roku 1985, tj. w okresie sprzed awarii czarnobylskiej. W porównaniu do roku 1992 rejestruje się zmniejszenie poziomu cezu średnio o około 17%. W poszczególnych próbkach zawartości cezu w 1993 r. wynosiły od 0,1 do 14,4 Bq/l (w 1992 r. od 0,4 do 13,8 Bq/l).

W proszku mlecznym uzyskanym z mleka odtłuszczonego średnia zawartość izotopów cezu w 1993 r. wynosiła ok. 27 Bq/kg (odpowiada to 1,7 Bq/l przyjmując, że 1 kg proszku = 12 l płynu) i była niższa niż w 1992 r. Rejestrowane rozrzuty radioaktywności poszczególnych próbek (5–140 Bq/kg lub w przeliczeniu 0,4–11,7 Bq/l) wynikają z różnych poziomów skażeń promieniotwórczych występujących po awarii czarnobylskiej w poszczególnych regionach kraju.

Zawartość izotopów strontu-90 w mleku płynnym oraz proszku mlecznym (uwzględniając przeliczenie 1 kg proszku = 12 l płynu) w 1993 r. zawierała się w granicach 0,05–0,15 Bq/l i była na poziomie z okresu przed awarią czarnobylską.

6.4.2. Mięso, drób i ryby

Zawartość izotopów cezu w różnych rodzajach mięsa w 1993 r. zawierała się w granicach od 5 do 6 Bq/kg, tj. utrzymywała się na poziomie z roku 1992 (5–8 Bq/kg). Średnia zawartość cezu w mięsie przed awarią czarnobylską wynosiła w Polsce 0,5–1 Bq/kg dla różnych gatunków mięsa. Próbkami mięsa pobierane były m.in. z wołowiny, cielęciny i wieprzowiny, przy czym – podobnie jak w roku ubiegłym – najmniejsze stężenie cezu było w próbkach wieprzowiny.

W mięsie z dziczyzny zawartość izotopów cezu była kilkakrotnie wyższa niż w mięsie zwierząt ho-

dowlanych i w 1993 r. wynosiła średnio 19 Bq/kg w mięsie z sarniny i 24 Bq/kg w mięsie z dzika.

W mięsie z drobiu stężenie izotopów cezu w 1993 r. wynosiło średnio ok. 0,8 Bq/kg wobec wartości 1,0 Bq/kg w 1992 r. oraz 0,4 Bq/kg z okresu sprzed awarii czarnobylskiej. Zawartość izotopów cezu w mięsie z ryb słodkowodnych w 1993 r. wynosiła średnio 1,7 Bq/kg wobec wartości 1,6 Bq/kg w 1992 r. oraz 0,6 Bq/kg z okresu sprzed awarii.

Zawartość izotopu strontu-90 w wymienionych rodzajach mięsa w 1993 r. wynosiła poniżej 0,1 Bq/kg, tj. utrzymywała się na poziomie z roku 1985.

Stosunkowo wysokie w porównaniu do 1985 r. zawartości izotopów cezu w mięsie wynikają z wchłonięcia do organizmu zwierząt substancji promieniotwórczych drogą pokarmową przez bezpośrednie spożycie powierzchniowo skażonej roślinności i trawy. Należy jednak zaznaczyć, że poziomy te są co najmniej 10-krotnie niższe od zalecanych wartości dopuszczalnych stężeń izotopów cezu w produktach żywnościowych krajów Wspólnot Europejskiej.

6.5. Warzywa, owoce, zboże, grzyby

Średnie stężenie izotopów cezu w zbożach, warzywach i owocach w 1993 r. zawierały się w granicach 0,2–1,1 Bq/kg, tj. były podobne do stężeń z 1992 r., wynoszących 0,3–1,1 Bq/kg, i identyczne z poziomami z 1985 r. (0,2–1,1 Bq/kg).

Najwyższe poziomy stężeń izotopu cezu występują w podgrzybkach i charakteryzują się bardzo dużym rozrzutem wartości w zależności od miejsca poboru próbki (od 20 do 1240 Bq/kg).

Zawartości cezu w innych gatunkach grzybów są kilkakrotnie niższe od stężeń cezu w podgrzybkach.

Wyniki pomiarów pojedynczych próbek grzybów przeprowadzone w 1985 r. wskazują, że średnie stężenie izotopu cezu wynosiło od około 60 Bq/kg do 170 Bq/kg dla różnych gatunków grzybów i było wynikiem skumulowanego w ściółce leśnej cezu pochodzącego z wcześniejszych prób z bronią jądrową.

Zawartość izotopu strontu-90 w warzywach, owocach, zbożu i grzybach w 1993 r. nie przekraczała 1 Bq/kg, tj. utrzymywała się na poziomie z 1985 r.

7. NARAŻENIE RADIACYJNE LUDNOŚCI

Narażenie radiacyjne ludności obejmuje napromienienie od źródeł naturalnych obecnych w środowisku przyrodniczym kraju, jak i napromienienie od źródeł sztucznych stosowanych w medycynie, przemysłu, nauce, rolnictwie itp.

W celu ograniczenia narażenia człowieka na promieniowanie jonizujące ustanawia się tzw. limity dawek. Dawki te są wyrażane jako efektywne równoważniki dawek i pochodzą od napromienienia zewnętrznego oraz wewnętrznego organizmu człowieka. Podstawowym przepisem określającym te limity jest Zarządzenie Prezesa PAA z dnia

31.03.1988 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego i wskaźników pochodnych określających zagrożenie promieniowaniem jonizującym. Dokument ten między innymi stanowi, że dawka graniczna dla osób narażonych wskutek skażeń promieniotwórczych środowiska, zamieszkających lub przebywających w ogólnie dostępnym otoczeniu źródeł promieniowania jonizującego, wyrażana jako efektywny równoważnik dawki w ciągu roku wynosi 1 mSv. Dopuszcza się zwiększenie tej dawki do wartości 5 mSv rocznie pod warunkiem, że wieloletnia wartość średnia nie przekroczy 1 mSv.

Dawki te nie obejmują dawek od promieniowania naturalnego i stosowanego w medycynie. Ocena się, że wartość efektywnego równoważnika dawki, jaką otrzymuje mieszkaniec Polski w ciągu roku od naturalnych źródeł promieniowania, wynosi około 2,8 mSv, a od źródeł promieniowania stosowanych w medycynie – około 0,8 mSv.

Prowadzone systematycznie w kraju pomiary tła promieniowania gamma w powietrzu, decydujące o wartości dawek od napromienienia zewnętrznego wskazują, że utrzymuje się ono na poziomie z okresu sprzed awarii czarnobylskiej. Potwierdzają to wyniki pomiarów radioaktywności powietrza oraz powierzchniowej warstwy gleby, omówione w rozdziale 5. Procesy migracji izotopu cezu-137 w głąb gleby sprawiają, że wpływ promieniowania gamma od tego izotopu na narażenie zewnętrzne jest pomijalnie małe w porównaniu do promieniowania naturalnego.

Narażenie ludności kraju w 1993 r., wynikające z obecności sztucznych radionuklidów wprowadzonych do środowiska w wyniku awarii w roku 1986, określone jest zatem napromienieniem wewnętrznym, spowodowanym udziałem artykułów i produktów żywnościowych oraz płodów rolnych w diecie przeciętnego mieszkańca Polski.

Podane w rozdziale 5 wyniki pomiarów stężeń radionuklidów w elementach środowiska przyrodniczego, płodach rolnych, produktach żywnościowych itp. wskazują, że o poziomie zagrożenia radiologicznego ludności kraju decyduje roczna podaż izotopów cezu wprowadzonego do organizmu człowieka drogą pokarmową. Udział izotopu strontu-90 (o znacznie większym stopniu szkodliwości dla organizmu ludzkiego) jest znacznie niższy i pozostaje na poziomie takim, jak sprzed awarii czarnobylskiej.

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów oraz znajomości przeciętnej diety statystycznego mieszkańca Polski oszacowano, że w 1993 r. średnia roczna dawka wyrażona efektywnym równoważnikiem dawki, otrzymana przez mieszkańca Polski poprzez drogę pokarmową, wynosiła około 0,014 mSv (poniżej 1,5% limitu rocznego) przy dominującym udziale dawki od izotopów cezu szacowanym na poziomie 0,008 mSv, tj. około dwukrotnie wyższym niż w 1985 r. Biorąc pod uwagę różnice w poziomie stężeń izotopów cezu w różnych

regionach kraju można oszacować, że maksymalne roczne dawki spowodowane spożyciem żywności zawierającej izotopy cezu mogą być pięciokrotnie wyższe (0,04 mSv), co nie przekracza 4% limitu rocznego. Dotyczy to niewielkich grup ludności kraju zamieszkujących rejony o najwyższym poziomie zanieczyszczeń promieniotwórczych pozostałych po awarii czarnobylskiej.

8. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Stan bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej istniejących w kraju głównych źródeł zagrożenia radiacyjnego, takich jak reaktory badawcze EWA i MARIA, OBRI, przechowalniki wypalonego paliwa i CSOP w Różanie nie budzi zastrzeżeń. Niektóre aspekty stanu technicznego i ochrony fizycznej tych obiektów, a w szczególności reaktora MARIA i OBRI wymagają dalszych działań zmierzających do ich poprawy.
2. Analiza wyników pomiarów prowadzonych przez Służbę Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych oraz CLOR pozwala stwierdzić, że sytuacja radiacyjna w kraju w 1993 r. była normalna.
3. Dominującym czynnikiem narażenia radiacyjnego ludności w Polsce jest napromienienie od źródeł naturalnych występujących w środowisku przyrodniczym. Dodatkowo daje się zauważyć nieznaczny udział napromienienia od izotopów sztucznych, głównie cezu-137 (w tym pochodzącego z awarii w Czarnobylu), stanowiący mniej niż 1% dawki otrzymywanej przez ludność od źródeł naturalnych. Zawartość w środowisku strontu-90 jest na poziomie z okresu przed awarią czarnobylską.
4. Średnia roczna dawka otrzymana w 1993 r. przez mieszkańców Polski w wyniku spożycia produktów żywnościowych (wchodzących w skład przeciętnej diety) wynosiła około 0,014 mSv, co nie przekracza 1,5% limitu rocznego (1 mSv) i jest poniżej 1% dawki jaką otrzymuje każdy mieszkaniec kraju od tła naturalnego promieniowania.
5. Narażenie zawodowe w 1993 r. utrzymywało się na poziomie z roku ubiegłego. Ponad 99% osób narażonych zawodowo otrzymało dawki poniżej 0,1 limitu

rocznego. Dane te wskazują, że poziom narażenia zawodowego w Polsce nie odbiega od poziomów narażenia w krajach Wspólnot Europejskich.

6. Kontynuowane jest przygotowanie dwustronnych umów z krajami sąsiednimi o wczesnym powiadomieniu o awariach jądrowych i o współpracy w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, jak również wszelkich działań wspólnych, mogących ograniczyć możliwości niekontrolowanego przewozu przez granicę państwa źródeł promieniotwórczych i materiałów jądrowych.
7. W zakresie gospodarki odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem podjęto w PAA działania zmierzające do systemowego uregulowania tego problemu, występując do Rady Ministrów z wnioskiem o ustanowienie Strategicznego Programu Rządowego w tej dziedzinie. Konieczne jest podjęcie działań inwestycyjnych w zakresie nowego składowiska odpadów promieniotwórczych, nisko- i średnioaktywnych. Konieczne jest również opracowanie i zrealizowanie odpowiedniego programu badawczego dla określenia stanu przechowywanego w Świerku wypalonego paliwa, a w dalszej kolejności – rozwiązanie problemu jego dalszego składowania.
8. Oceny narażenia radiacyjnego górników na radon i jego pochodne, przedstawiane przez różne laboratoria na podstawie własnych pomiarów, wykazują zbyt duże rozbieżności. W celu wyjaśnienia tych rozbieżności konieczne są stosowne prace badawcze i działania organizacyjne.
9. Należy kontynuować prace nad modernizacją przepisów prawnych w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, między innymi na podstawie nowych zaleceń organizacji międzynarodowych. Nadal brak jest wymaganego przez Prawo Atomowe rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych, uwzględniającego narażenie radiacyjne personelu i pacjentów. Opracowanie takiego rozporządzenia leży w gestii Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej.