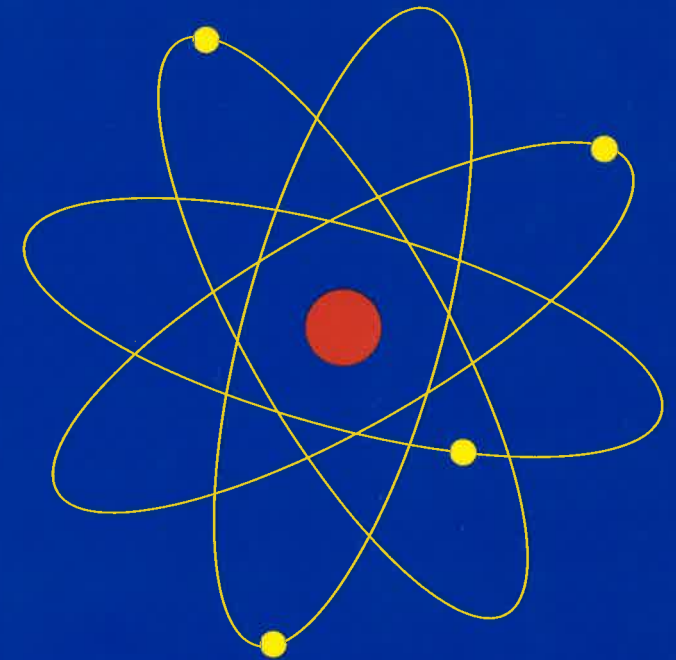


ISSN 0867-4752

3 (43)/2000

*BEZPIECZEŃSTWO
JĄDROWE
i
OCHRONA
RADIOLOGICZNA*



PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI

BEZPIECZEŃSTWO JĄDROWE i OCHRONA RADIOLOGICZNA

BIULETYN INFORMACYJNY PAŃSTWOWEJ AGENCJI ATOMISTYKI

Nr 3(43)/2000
Warszawa

Wydawca
PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI

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


Przewodniczący Rady Programowej
Witold ŁADA

Redaktor naczelny
Tadeusz BIAŁKOWSKI

Wydanie publikacji dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych

ISSN 0867-4752

Druk

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

SPIS TREŚCI

<i>Andrzej Merta</i>	
System monitoringu radiacyjnego w Polsce	3
Przegląd przygotowań na wypadek zagrożenia radiacyjnego.....	14

Szanowni Państwo,

Bieżący, oddany do rąk Państwa numer Biuletynu zawiera dwa artykuły, z których pierwszy autorstwa Andrzeja Merty prezentuje system monitoringu radiacyjnego w Polsce. Temat ten był wcześniej poruszany w naszych biuletynach, jednakże mniej szczegółowo, niż w omawianym artykule. Drugi artykuł zawiera fragment materiałów szkoleniowych z Nemencina.

Od marca do czerwca bieżącego roku na terenie Słowacji (Tmava) i Litwy (Nemencin) odbyły się specjalistyczne szkolenia na temat zarządzania awaryjnego poza terenem obiektu w sytuacji zagrożenia radiacyjnego. Program szkoleń, prócz prezentowanej w bieżącym numerze Biuletynu części *Przegląd przygotowań na wypadek zagrożenia radiacyjnego* obejmował także *Podstawy ochrony radiologicznej, Monitorowanie promieniowania w środowisku, Ocenę awarii, Prognozowanie, oraz Informowanie społeczeństwa.*

Szkolenie dla siedmiu grup specjalistów było zorganizowane pod patronatem Komisji Europejskiej (Projekt PH REG 06.4/97) w ramach programu jądrowego PHARE.

Przedstawiciele Polski w liczbie 16 osób odbyli szkolenie w Nemencinie i reprezentowali: Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej w Warszawie, Instytut Energii Atomowej w Świerku, Państwową Agencję Atomistyki, Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji, oraz Ministerstwo Obrony Narodowej.

Wspomniany Przegląd przygotowań na wypadek zagrożenia radiacyjnego pozwoli pogłębić wiedzę Państwa w tym specyficznym temacie. Życzymy owocnej lektury.

Redakcja Biuletynu

SYSTEM MONITORINGU RADIACYJNEGO W POLSCE

Andrzej Merta

1. INFORMACJE OGÓLNE

Polska należy do nielicznych europejskich krajów „niejądrowych” tj. nie posiada na swym terytorium elektrowni jądrowych ani innych zakładów jądrowego cyklu paliwowego. Posiadamy natomiast – w Ośrodku Badawczym w Świerku – badawczy reaktor jądrowy MARIA, znaczną ilość wypalonego paliwa jądrowego (z reaktorów EWA i MARIA), obiekty i instalacje do produkcji źródeł promieniotwórczych i unieszkodliwiania odpadów promieniotwórczych, a także – rozproszonych po całym kraju – ponad 2500 zakładów stosujących źródła promieniowania jonizującego. Ponadto w odległości do 300 km od naszych granic pracuje obecnie 10 elektrowni jądrowych z 25 blokami. Czynniki te wymuszają konieczność utrzymywania przez nasz kraj odpowiednich struktur organizacyjnych oraz prowadzenia systematycznych pomiarów kontrolnych – określanych jako tzw. monitoring radiacyjny – które stanowią podstawę dla właściwej oceny sytuacji radiacyjnej w kraju, w warunkach normalnych oraz w warunkach zagrożenia radiacyjnego.

1.1. PODSTAWY PRAWNE

Przepisy obowiązujące:

- uchwała Rady Ministrów w sprawie organizacji i zakresu działania służby pomiarów skażeń promieniotwórczych, 1964,
- ustawa – Prawo atomowe, 1986, z późniejszymi zmianami,
- rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie szczegółowego zakresu działania Państwowej Agencji Atomistyki (PAA) i prezesa PAA, 1987.

W celu realizacji zadań, zawarto porozumienia o współpracy pomiędzy Prezesem PAA i innymi organami administracji państwowej.

Międzynarodowe konwencje i umowy dwustronne:

- konwencja o wczesnym powiadamianiu o awarii jądrowej, 1986,

- konwencja o pomocy w przypadku awarii jądrowej lub zagrożenia radiologicznego, 1986,
- umowy dwustronne z Danią, Norwegią, Austrią, Ukrainą, Białorusią, Rosją, Litwą i Słowacją w dziedzinie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony przed promieniowaniem jonizującym.
Przygotowywane ustawy:
- ustawa o gotowości cywilnej i zarządzaniu kryzysowym,
- prawo atomowe (nowa ustawa).

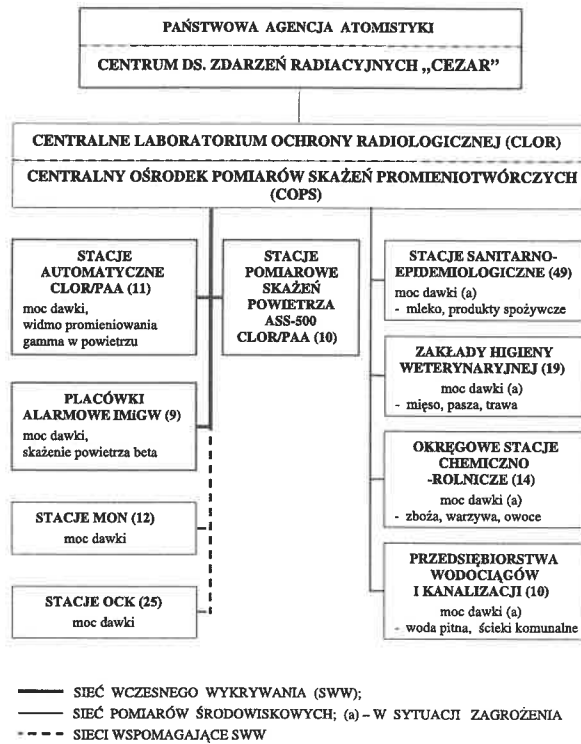
1.2. STRUKTURA ORGANIZACYJNA

Państwowa Agencja Atomistyki jest organem administracji rządowej odpowiedzialnym za nadzór nad zagadnieniami związanymi z ochroną przed promieniowaniem jonizującym i bezpieczeństwem jądrowym w zakresie problematyki dotyczącej monitoringu radiacyjnego. Prezes PAA z mocy prawa odpowiada między innymi za następujące zadania:

- organizacja wykonywania pomiarów skażeń promieniotwórczych oraz poziomu promieniowania gamma,
 - ocena sytuacji radiacyjnej kraju,
 - wymiana informacji i danych pomiarowych z organizacjami międzynarodowymi i krajowymi,
 - informacja społeczna,
- zarówno w warunkach normalnych jak i w sytuacjach zagrożenia radiacyjnego.

Do najważniejszych – działających w sektorze Prezesa PAA – komórek organizacyjnych realizujących powyższe zadania należą:

- Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych (CEZAR) przy PAA,
- Centralny Ośrodek Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych (COPSP) i Ośrodek Dyspozycyjny Służby Awaryjnej (ODSA, przy Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR) – nadzorowane przez PAA.



Rys. 1. Monitoring promieniowania i system wczesnego wykrywania zagrożenia radiacyjnego w Polsce

Główne zadania Centrum CEZAR to:

- zbieranie, analizowanie i weryfikacja danych i informacji otrzymywanych z różnych służb i instytucji,
- opracowywanie i zarządzanie bazami danych i komputerowymi systemami wspomagania decyzji, niezbędnymi przy ocenach sytuacji radiacyjnej,
- dokonywanie ocen sytuacji radiacyjnej, analiz i prognoz jej rozwoju z wykorzystaniem danych pochodzących od służb meteorologicznych, w przypadku wielkoskalowego zagrożenia radiacyjnego w kraju,
- przygotowywanie projektów komunikatów dla społeczeństwa i mediów odnośnie sytuacji radiacyjnej kraju w warunkach normalnych i zagrożenia radiacyjnego.

Główne zadania COPSP to:

- zbieranie i weryfikacja danych i wyników pomiarów z terenowych stacji pomiarowych systemu monitoringu radiacyjnego,

- przygotowywanie jednolitych metod pomiarowych dla stacji pomiarowych,
- przekazywanie odpowiednich danych radiologicznych do Centrum CEZAR,
- realizowanie programu zapewnienia jakości dla stacji pomiarów promieniowania (organizowanie interkalibracji i kursów szkoleniowych).

Podstawowe elementy struktury organizacyjnej systemu monitoringu promieniowania przedstawiono na rys. 1.

2. AUTOMATYCZNE SIECI CIĄGŁEGO MONITORINGU PROMIENIOWANIA GAMMA

System automatycznych pomiarów ciągłych promieniowania gamma (rys. 2) jest w końcowym stadium przebudowy. W tej chwili działają cztery systemy monitoringu promieniowania gamma:

- sieć w pełni zautomatyzowanych stacji PMS (ang. *Permanent Monitoring Stations*) Państwowej Agencji Atomistyki,
- sieć stacji alarmowych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMiGW),



Rys. 2. Lokalizacja stacji i placówek wczesnego ostrzeżenia w Polsce

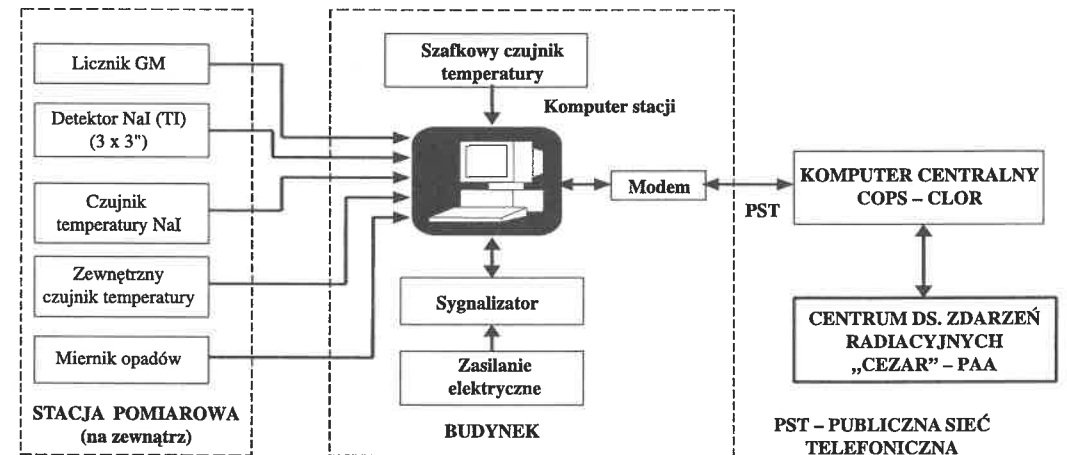
- sieć stacji wojskowych Ministerstwa Obrony Narodowej,
- sieć stacji obrony cywilnej Ministerstwa Spraw Wewnętrznych.

Dwie pierwsze sieci pracują obecnie jako system wczesnego wykrywania zagrożenia radiacyjnego; dane radiologiczne są przekazywane automatycznie – za pośrednictwem publicznych linii telefonicznych – do komputera centralnego w COPSP (znajdującego się w CLOR) i połączonego z systemem komputerowym Centrum CEZAR w PAA. Ponieważ parametry pomiarowe i techniczne stacji należących do IMiGW, MON i MSWiA nie spełniają szeregu współczesnych wymagań, przewiduje się, że po wejściu w życie znowelizowanej ustawy – Prawo atomowe, status tych stacji zostanie definitywnie określony w stosownym dokumencie prawnym. Na życzenie PAA dane z dwóch kolejnych sieci są przekazywane teleksem do COPSP lub CEZAR.

2.1. SIEĆ MONITORINGU PROMIENIOWANIA GAMMA PMS

Informacje ogólne

Sieć ta składa się z 11 terenowych stacji rozmieszczonych w strefie przygranicznej (w odległościach 150 – 220 km od siebie oraz stacji z centralnym serwerem, który znajduje się w CLOR w Warszawie).



Rys. 3. Schemat blokowy sieci PMS w Polsce

System PMS (rys. 3) służy do pomiarów ciągłych:

- mocy dawki promieniowania gamma w otoczeniu,
- widma (energetycznego) promieniowania gamma w powietrzu, co pozwala na wykrycie wzrostu mocy dawki pochodzącej od sztucznych radionuklidów.

Ponadto każda stacja pomiarowa jest wyposażona w przyrządy do pomiaru temperatury powietrza i intensywności opadów. Znajdujący się w stacji, tzw. lokalny komputer nieprzerwanie gromadzi dane radiologiczne i meteorologiczne, które są przekazywane do serwera COPSP. Dane te są wykorzystywane do oceny sytuacji radiacyjnej i przedstawiania jej w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem specjalnego oprogramowania ARGOS.

Dane techniczne

Każda stacja jest wyposażona w dwa różne detektory:

- cylindryczny licznik Geigera Mullera (GM) typu RD-022 – do pomiaru mocy dawki gamma w otoczeniu w zakresie 10 nSv/h – 10 Sv/h. Dane są zbierane co minutę;
- detektor scyntylacyjny NaI(Tl) (3 x 3”), sprzężony z analizatorem 256-kanalowym – do pomiaru widma (energetycznego) promieniowania gamma.

Spektrometr podaje liczbę zliczeń na sekundę dla kilku zaprogramowanych zakresów ener-

gii promieniowania, które odpowiadają zarówno izotopom naturalnym, takim jak radon i produkty jego rozpadu, potas K-40 oraz paru sztucznym izotopom promieniotwórczym (Cs-124, Cs-137). Odstęp czasu pomiędzy kolejnymi pomiarami jest nastawiany w zakresie do 10 minut.

Miernik intensywności opadu rejestruje każdorazowo 1/10 mm opadu.

Oprogramowanie

Serwer PMS w COPSP obsługuje większość komunikatów i analiz danych. Serwer ten jest obecnie połączony ze stacjami pomiarowymi za pośrednictwem publicznych linii telefonicznych (z użyciem modemu). Co 12 godzin serwer PMS łączy się z każdą ze stacji pomiarowych i przekazuje dane pomiarowe do Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych CEZAR w PAA. Na każdej stacji lokalny komputer automatycznie rejestruje wartości intensywności opadu i temperaturę.

Poziomy alarmowy

Sygnal alarmowy pojawia się gdy system zarejestruje:

- całkowitą moc dawki promieniowania gamma (licznik GM) powyżej 200 nSv/h,
- ponad 25 zliczeń na sekundę w widmie resztkowym (tzn. ponad 25 zliczeń na sekundę w widmie po odjęciu wkładu pochodzącego od K-40, radonu i jego pochodnych).

Wartość 25 zliczeń na sekundę w widmie resztkowym odpowiada około 15% poziomu promieniowania naturalnego w danym miejscu.

2.2. SIEĆ MONITORINGU PROMIENIOWANIA GAMMA IMiGW

Informacje ogólne

Sieć ta jest obsługiwana przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej i składa się z 9 stacji pomiarowych, rozmieszczonych (rys. 2) na terenie całego kraju. Wszystkie stacje są połączone – za pośrednictwem meteorologicznej linii komunikacyjnej – z głównym komputerem znajdującym się w IMiGW. Wszystkie dane są przekazywane raz dziennie – za pośrednictwem wydzielonej linii telefonicznej – do komputera w COPSP.

Stacje te prowadzą:

- ciągłe pomiary mocy dawki promieniowania gamma,
- ciągłe pomiary całkowitej aktywności beta aerozoli atmosferycznych i w opadach.

Dane techniczne

Standardowym wyposażeniem stacji jest polskie urządzenie pomiarowe SAPOS-90M, w którego skład wchodzi:

- sonda zewnętrzna odporna na warunki atmosferyczne z zestawem cylindrycznych liczników GM, umieszczonych około 2 m nad powierzchnią ziemi,
- urządzenie elektroniczne z komputerem i drukarką, przystosowane do seryjnego przesyłania danych.

Poziom alarmowy

Komputer urządzenia SAPOS-90M jest wyposażony w funkcję alarmu uruchamianą w sytuacji, gdy moc dawki promieniowania gamma wzrasta do wartości równej 1,5 średniej mocy dawki z poprzednich 24 godzin.

2.3. SIECI MONITORINGU PROMIENIOWANIA GAMMA DZIAŁAJĄCE W MON I MSWiA

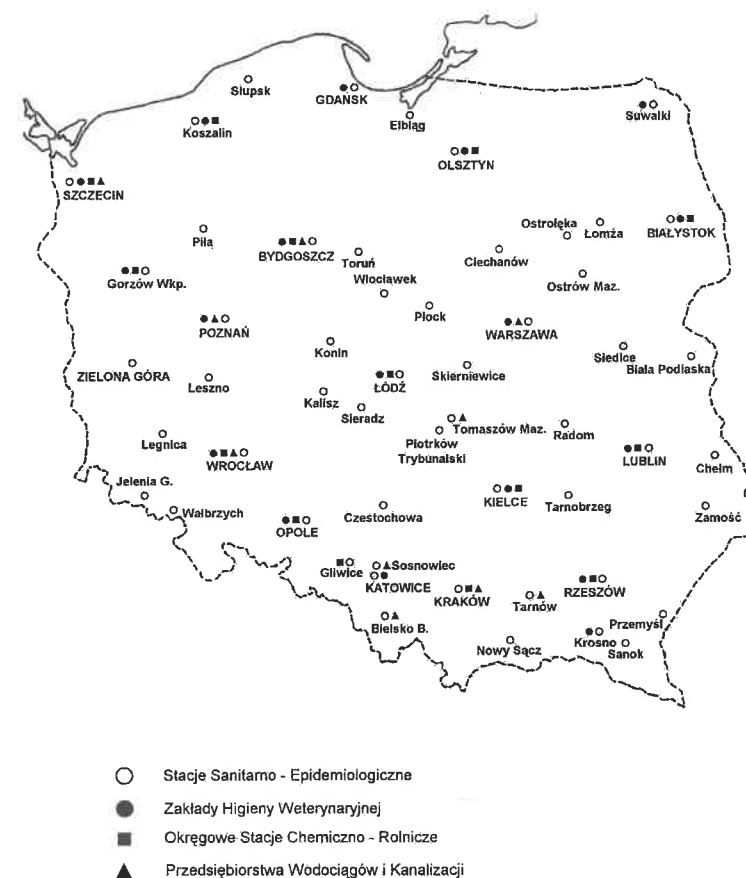
- Sieć wojskowa składa się z 12 stacji pomiarowych (rys. 2) ze stacją centralną zlokalizowaną w wojskowym Centralnym Ośrodku Analizy Skażeń w Dowództwie Wojsk Lądowych MON.
- Sieć obrony cywilnej składa się z 25 miejskich stacji oraz stacji centralnej w Urzędzie Zarządzania Kryzysowego i Ochrony Ludności, działającego w strukturze MSWiA.

Obie te sieci są obsługiwane odpowiednio przez personel wojskowy i obrony cywilnej.

Wszystkie stacje są wyposażone w radiometryczne urządzenia produkcji krajowej typu SAPOS-90M. Wyniki pomiarów mocy dawki promieniowania gamma są przekazywane do właściwych stacji centralnych. W sytuacji normalnej dane te są przekazywane raz na tydzień – telexem – do COPSP w CLOR. W sytuacjach zagrożenia radiacyjnego meldunki przekazywane są do COPSP co 1-2 godziny.

3. INNE RODZAJE SYSTEMÓW MONITOROWANIA PROMIENIOWANIA GAMMA

Oprócz stacji prowadzących ciągłe pomiary promieniowania gamma wszystkie pozostałe (82) stacje (rys. 4) oraz placówki terenowe wykonujące pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w głównych elementach środowi-



Rys. 4. Rozmieszczenie stacji pomiarów skażeń promieniotwórczych materiałów środowiskowych i artykułów spożywczych

ska przyrodniczego, artykułach spożywczych oraz paszach są wyposażone w przenośne mierniki mocy dawki typu EKO lub RKP, bazujące na licznikach GM. Przyrządy te umożliwiają pomiar mocy dawki promieniowania gamma w zakresie od 10 nSv/h do około 100 mSv/h przy energii promieniowania gamma w zakresie od 100 keV do 2 MeV.

3.1. STACJONARNE PUNKTY POMIARÓW DAWKI PROMIENIOWANIA GAMMA

Rozkład średniej rocznej mocy dawki promieniowania gamma, pochodzącej od promieniowania naturalnego i sztucznych radioizotopów na terytorium Polski, jest wyznaczany poprzez pomiary dawki promieniowania gamma z wykorzystaniem dawkomierzy termoluminescencyjnych (TLD). Pomiary są wykonywane w 260 wybranych, stałych punktach kontrolnych w kraju. Zestaw trzech detektorów termoluminescencyjnych jest umieszczany na wysokości 1 m nad powierzchnią gruntu. Detektory działają przez dwa okresy sześciomiesięczne, dla których wyznacza się średnią roczną moc dawki promieniowania gamma.

4. SYSTEM POMIARÓW SKAŻENIA PROMIENIOWANEGO POWIETRZA

System pomiarów skażenia powietrza (rys. 2) składa się z dwóch sieci:

- 9 stacji ostrzegawczych (tzw. stacje alarmowe) w placówkach IMiGW,
- 10 stacji identyfikujących poszczególne radioizotopy (tzw. stacje aerozolowe) obsługiwanych przez różne instytucje pod nadzorem COPSP w CLOR.

4.1. STACJE ALARMOWE

Aerozole atmosferyczne z próbek 24-godzinnych (objętość powietrza rzędu 200-300 m³) są

zbierane na filtry znajdującym się na wysokości 2 m nad powierzchnią gruntu. Pomiar całkowitej aktywności beta próbek aerozoli są wykonywane dwukrotnie:

- natychmiast po zebraniu (T_0)
- w godzinę po zebraniu (T_1).

Stosunek wyników tych dwóch pomiarów daje informację o promieniotwórczym skażeniu powietrza. W sytuacji normalnej stosunek $T_1 : T_0$ jest mniejszy niż 0,8. Wyniki pomiarów są kodowane i codziennie przekazywane – za pośrednictwem sieci meteorologicznej METPAK – w postaci pisemnych sprawozdań do COPSP w CLOR. Specjalny program komputerowy odszyfrowuje wszystkie dane i podaje codzienny komunikat o całkowitym skażeniu powietrza substancjami betapromieniotwórczymi. Zakłada się, że z sytuacją zagrożenia radiacyjnego mamy do czynienia wtedy, kiedy całkowita aktywność beta aerozoli atmosferycznych mierzona natychmiast po pobraniu próbki przekracza 3 Bq/m^3 , a po godzinie zmniejsza się o mniej niż 20%. W takiej sytuacji pomiary będą wykonywane co dwie godziny, a ich wyniki będą natychmiast przekazywane do COPSP.

Wszystkie stacje alarmowe wykonują również pomiary całkowitej aktywności beta w opadach, w próbkach pobieranych codziennie.

4.2. STACJE WYSOKOCZUJE

W ciągu ostatnich lat rozwinięto stosowany od początku lat dziewięćdziesiątych nowy system stacji pomiarowych typu ASS-500 przetwarzających duże objętości powietrza, przeznaczonych do rutynowego monitorowania śladowych zawartości poszczególnych nuklidów gamma-promieniotwórczych w powietrzu. Wszystkie stacje mogą prowadzić:

- ciągłe pobieranie próbek aerozoli w powietrzu,
- identyfikację i oznaczanie stężeń konkretnych izotopów gammapromieniotwórczych w próbkach aerozoli na poziomie śladowym.

Aerozole zbiera się na specjalnym filtrze z polichlorku winylu typu FPP-15-1,5 (tzw. filtr Petrianowa). Wydajność zbierania przez te filtry aerozoli o średnicach w zakresie $0,3 - 1,25 \mu\text{m}$, przy liniowych prędkościach przepływu powie-

trza przez nie w zakresie od 0,25 do 4 m/s wynosi od 96 do 99 procent.

Zakres natężeń przepływu powietrza – regulowany za pomocą specjalnego zaworu – obejmuje wartości od $100 \text{ m}^3/\text{h}$ do $800 \text{ m}^3/\text{h}$ (średnio: $400 \text{ m}^3/\text{h}$). W normalnej sytuacji radiacyjnej stacja pracuje w cyklu tygodniowym; filtr jest zmieniany w każdy poniedziałek w południe. Stężenia konkretnych radioizotopów (naturalnych i sztucznych) są obliczane na koniec okresu pobierania próbki.

Wykorzystuje się metodę spektrometrii gamma z detektorami germanowymi, granica detekcji wynosi od 0,5 do kilkudziesięciu $\mu\text{Bq/m}^3$ dla konkretnych radioizotopów i dla siedmiodniowego okresu zbierania próbki (tj. po przessaniu ok. 70-80 tys. m^3 powietrza).

Wszystkie stacje przekazują do COPSP faksem cotygodniowe meldunki pisemne. W przypadku zagrożenia radiacyjnego dane będą przekazywane co 1-2 godziny.

Stacja ASS-500 w wersji podstawowej nie daje możliwości ciągłego monitorowania (tj. w czasie rzeczywistym) zawartości substancji promieniotwórczych w powietrzu. W związku z tym stacje te są wyposażane w specjalny spektrometr z sondą scyntylacyjną i detektorem NaI/Tl (umieszczany nad filtrem), umożliwiającym wykrywanie w czasie 1 godziny (tj. po przessaniu ok. 400-500 m^3 powietrza) stężeń aerozoli atmosferycznych wynoszących około $0,4 \text{ Bq/m}^3$ dla I-131 i $0,8 \text{ Bq/m}^3$ dla Cs-137. Obecnie wspomniane urządzenia zostały zainstalowane w ośmiu stacjach bazowych, a dane pomiarowe spektrometru są zbierane przez komputer stacyjny i po odpowiednim opracowaniu są przekazywane – za pomocą publicznej sieci telefonicznej – do centralnego serwera w COPSP.

5. POMIARY SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH ARTYKUŁÓW SPOŻYWCZYCH I PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH

Monitorowanie skażenia promieniotwórczego środowiska i artykułów rolno-spożywczych odbywa się w 82 stacjach pomiarowych (rys. 4)

i placówkach należących do resortu zdrowia i resortu rolnictwa.

Program obejmujący pobieranie próbek ich preparatykę oraz metody pomiarowe dla tych stacji został ustanowiony przez COPSP we współpracy z Departamentem Bezpieczeństwa Jądrowego i Radiacyjnego PAA.

Celem oznaczenie zawartości substancji promieniotwórczych w artykułach spożywczych i produktach żywnościowych pomiarami kontrolnymi objęto między innymi:

- mleko płynne i mleko w proszku,
- mięso zwierząt hodowlanych i dziczyzny,
- drób i ryby,
- warzywa, owoce i zboża,
- grzyby.

Pomiary kontrolne tych artykułów i produktów prowadzone są wg. Określonego przez COPSP i uzgodnionego z PAA i właściwymi resortami programu obejmującego techniki i częstotliwość pobierania prób, oraz metodyki pomiarowe. Dla oznaczania zawartości substancji promieniotwórczych w mierzonych próbkach stosuje się metodyki pomiarowe, takie jak: tzw. globalna aktywność beta (dla izotopów betapromieniotwórczych), spektrometria promieniowania gamma (dla izotopów gammapromieniotwórczych) oraz analizy radiochemiczne (dla wybranych radionuklidów, takich jak np. Sr-90, Ra-226, Pu-239). Częstotliwość pobierania próbek i wykonywania pomiarów zawiera się w granicach od raz na kwartał – dla mleka, do raz na rok – dla warzyw, zbóż i pasz.

Stacje wykonujące te pomiary przesyłają wyniki do COPSP, który analizuje, weryfikuje oraz opracowuje otrzymane dane. Wszystkie stacje stosują standardowe zestawy pomiarowe typu SAPOS 90, w skład którego wchodzi między innymi:

- sonda detekcyjna ze scyntylatorem NaI/Tl,
- sonda detekcyjna z detektorem plastikowym,
- osłona ołowiana dla sond detekcyjnych,
- sonda z okienkowym licznikiem GM.

Ponadto 38 stacji sanitarno-epidemiologicznych (rys. 4), które wykonują ok. 80-90% wszystkich pomiarów artykułów i produktów rolno-spożywczych jest wyposażonych w spektrometry scyntylacyjne z analizatorami wielokanałowymi typu TRISTAN lub SWANN przy czym

sześć stacji wyposażonych jest w wysokorozdzielcze detektory półprzewodnikowe (germanowe). Wszystkie stacje posiadają również przenośne radiometry do pomiaru mocy dawek i powierzchniowych skażeń promieniotwórczych oraz sprzęt i wyposażenie laboratoryjne, umożliwiające fizyko-chemiczną preparatykę próbek i radiochemiczne wydzielenie określonych radionuklidów.

W razie konieczności wykonania oznaczeń radionuklidów takich jak uran lub pluton wykorzystywane są laboratoria specjalistyczne jednostek badawczych działających głównie w sektorze atomistyki.

6. POMIARY RADIOMETRYCZNE WYKONYWANE PRZY POMOCY ŚRODKÓW LOTNICZYCH I SAMOCHODOWYCH

6.1. RUCHOME LABORATORIA RADIOMETRYCZNE

W sytuacjach zagrożenia radiacyjnego powstaje konieczność przeprowadzenia szybkich pomiarów radiometrycznych, umożliwiających określenie granic obszaru wymagającego prowadzenia działań interwencyjnych oraz poziomu zagrożenia występującego na tym obszarze. Do tego celu służą dwa ruchome laboratoria dozymetryczne działające w służbach PAA i MON.

Laboratorium radiometryczne znajdujące się w dyspozycji CLOR umożliwia:

- szybkie wyznaczanie granic obszarów skażonych substancjami gammapromieniotwórczymi,
- wykrywanie w terenie źródeł promieniowania gamma,
- identyfikację rodzaju nuklidu gammapromieniotwórczego,
- wyznaczanie mocy dawki promieniowania gamma w warunkach terenowych.

W skład wyposażenia tego laboratorium zbudowanego na samochodzie terenowym wchodzi:

- przenośny 256-kanałowy spektrometr promieniowania gamma z detektorem NaI,

- zespół spektrometryczny z detektorem NaI o dużej objętości (41) typu GPX-256,
- komputer z systemem oprogramowania GR-660,
- system nawigacji GPS.

Laboratorium radiometryczne znajdujące się w dyspozycji Wojskowego Instytutu Chemii i Radiometrii wyposażone w:

- detektor półprzewodnikowy (germanowy) i przenośny układ spektrometryczny (typu INSPECTOR),
 - analizator wielokanałowy SNIP 204G z detektorem NaI,
 - przenośne przyrządy typu FH-40G i CONTAMAT FHT 111M,
- umożliwia wykonywanie podobnych zadań, jakie wykonuje laboratorium CLOR.

6.2. POMIARY SKAŻEŃ POWIERZCHNI ZIEMI Z WYKORZYSTANIEM HELIKOPTERA

W sytuacji nadzwyczajnej do sporządzania map terenów skażonych można wykorzystać śmigłowiec ratowniczy Mi-2rs należący do sił zbrojnych, wyposażony w specjalnie zaprojektowany zestaw pomiarowy RL-75. Zestaw pomiarowy składa się z miernika mocy dawki i odpowiedniej elektroniki, co umożliwia pomiar na wysokości 1 m nad poziomem gruntu w zakresie 2 – 100 000 mSv/h.

7. POMIARY SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH W GŁÓWNYCH ELEMENTACH ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO

Oprócz pomiarów poziomu promieniowania gamma i skażeń promieniotwórczych w powietrzu, prowadzone są również pomiary kontrolne zawartości substancji promieniotwórczych w takich komponentach środowiska, jak wody otwarte śródlądowe i morskie, powietrze troposfery i dolnej stratosfery, oraz powierzchniowa warstwa gleby. Wykonywanie takich pomiarów ma na celu:

- określenie poziomu zawartości poszczególnych radionuklidów w kontrolowanych ele-

mentach stanowiących niejako punkt odniesienia dla skażeń spowodowanych awarią jądrową lub radiacyjną,

- utrzymanie w gotowości odpowiednich służb, aparatury pomiarowej oraz kwalifikacji personelu przewidzianych do działań w sytuacjach zagrożenia radiacyjnego.

7.1 POMIARY ZAWARTOŚCI SUBSTANCJI PROMIENIOTWÓRCZYCH W WODACH OTWARTYCH

Systematyczne pomiary kontrolne obejmują:

- wody rzek Wisły i Odry wraz z ich dorzecza- mi; w próbkach pobieranych z 13 punktów kontrolnych (dwa razy w roku) oznaczane są zawartości Ra-226, Cs-137 oraz trytu (H-3),
- wody 6 wybranych jezior i 4-ech rzek Przy- morza; próbki pobierane są 1 raz w roku, po- miary stężeń Ra-226, Cs-137 oraz trytu (H-3) wykonuje CLOR,
- wody przybrzeżne południowej strefy Bałty- ku; próbki pobierane są z określonych punk- tów kontrolnych raz w roku. Pomiary stężeń Cs-137 wykonuje Oddział Morski IMiGW w Gdyni, a stężeń trytu – CLOR. Program monitoringu Bałtyku jest koordynowany przez Komisję Helsińską,
- osady dennie wód rzecznych, jezior i Bałtyku; próbki pobierane są z tą samą częstotliwością co i próbki wodne. Oznaczanie zawartości Cs-137, Ra-226, K-40, a w przypadku osa- dów z wód Bałtyku – dodatkowo Pu-238 i Pu-239+240 wykonywane są w CLOR.

7.2. POMIARY ZAWARTOŚCI SUBSTANCJI PROMIENIOTWÓRCZYCH W GLEBIE

Zawartości sztucznych izotopów promienio- twórczych w glebie – spowodowane opadem promieniotwórczym po wybuchach jądrowych i po awarii czarnobylskiej – określane są na pod- stawie pomiarów próbek z warstwy 10 cm nie- kultywowanej gleby, pobieranych co 2 lata z 250 – 260 stałych punktów kontrolnych. Oznaczane są metodą spektrometrii gamma (w CLOR) izo-

topy sztuczne, takie jak Cs-137 i Cs-134 oraz izotopy naturalne, takie jak Ra-226, K-40, Ac-228. Ponadto część placówek resortu zdrowia oraz rolnictwa – wykonujących pomiary środo- wiskowe – prowadzi również pomiary tzw. glo- balnej aktywności beta gleby.

Wszystkie wyniki przesyłane są do COPSP.

7.3. POMIARY SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH TROPOSFERY I STRATOSFERY

Celem takich pomiarów jest dostarczenie da- nych o poziomie promieniotwórczości w tropo- sferze i w niższej warstwie stratosfery, na wyso- kościach 1, 3, 6, 9, 12 i 15 km. Pobieranie próbek odbywa się obecnie raz lub trzy razy w roku.

Próbki aerozoli zbierane są na filtrze Petriano- wa FPP-15-1,5 umieszczonym w urządzeniu wbudowanym do zbiorników paliwowych, obcię- tych na obu końcach i podwieszanych do samolo- tu MIG-21. Do obliczania przepływu powietrza przez filtr na różnych wysokościach i przy róż- nych prędkościach samolotu służy specjalny pro- gram komputerowy. Objętość pobranych próbek powietrza wynosi od około 100 m³ na wysokości 15 km do około 3 700 m³ na wysokości 1 km.

Próbki są analizowane metodą spektroskopii g z wykorzystaniem detektora HPGe i analizato- ra Canberra 90, lub metodami radiochemicznymi (w przypadku Sr-90, Pb-210 i Ra-226).

8. KONTROLA ŹRÓDEŁ I MATERIAŁÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH NA GRANICY PAŃSTWOWEJ

W 1990 r. – w uzgodnieniu z PAA – podjęto decyzję o wyposażeniu przejść granicznych kra- ju w stacjonarne radiometryczne urządzenia po- miarowe, tzw. bramki dozymetryczne, umożli- wiające wykrywanie źródeł gammadromienio- twórczych oraz materiałów zawierających izo- topy gammadromieniotwórcze, które w sposób nielegalny mogłyby zostać wprowadzone na te- rytorium kraju.

Obecnie takie urządzenia – produkowane przez zakład POLON – ZELMECH w Zielonej

Górze – typu UK-1M (poprzednio UK – 1), skła- dające się z:

- bloku detekcyjnego ze scyntylatorami NaI/Li,
- panelu pomiarowego ze sterownikiem i sy- gnalizatorem przekroczenia określonego po- ziomu promieniowania gamma,

są zainstalowane na 126 przejściach granicznych, z czego 92 urządzenia znajdują się na przejściach drogowych i kolejowych, a pozostałe – na prze- jściach w portach lotniczych i morskich. Urządze- nie to pozwala między innymi na automatyczne wykrycie nieosłoniętego źródła Cs-137 o aktyw- ności ok. 4,4 MBq znajdującego się w odległości 5 m od detektora przy prędkości przemieszczania się źródła, wynoszącej 30 km/h. Uruchomienie sy- gnalizacji akustycznej lub optycznej następuje przy 2-krotnym wzroście lokalnego tła promienio- wania gamma. Powyższe urządzenia obsługiwane są przez Straż Graniczną, a wszelkie zdarzenia wymagające konsultacji fachowej lub interwencji dozymetrycznej zgłaszane są – z poszczególnych placówek granicznych do ODSA w CLOR. W dyspozycji Straży Granicznej znajduje się rów- nież ok. 650 przenośnych radiometrów i 250 sy- gnalizatorów promieniowania gamma. Ponadto funkcjonariusze Głównego Urzędu Cef są wypo- sażeni w ok. 600 szt. ręcznych radiometrów, umożliwiających wykrywanie źródeł beta- lub gammadromieniotwórczych.

9. MONITORING RADIACYJNY DUŻYCH OBIEKTÓW I INSTALACJI RADIACYJNYCH

Oprócz omówionych systemów i sieci moni- toringowych o zasięgu ogólnokrajowym, nie- które z istniejących w Polsce ośrodków badaw- czych, posiadających obiekty lub instalacje, sta- nowiące potencjalne lub rzeczywiste źródło za- grożenia radiacyjnego dla otoczenia – prowadzą systematyczne pomiary kontrolne na terenie i w otoczeniu obiektów lub urządzeń radiacyj- nych. W szczególności Ośrodek badawczy w Świerku, na terenie którego znajduje się reakt- or badawczy MARIA, przechowalniki wypalo- nego paliwa, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Izotopów, obiekty unieszkodliwiania odpadów

promieniotwórczych – posiadają lokalne systemy kontroli radiacyjnej obejmujące:

- stacjonarny, system ciągłej kontroli tła promieniowania gamma i skażenia powietrza na terenie ośrodka oraz kontroli zawartości substancji gammapromieniotwórczych w ściekach usuwanych do oczyszczalni w Otwocku i wodach drenażowo-opadowych usuwanych do rzeki Świder,
- stacjonarne systemy dozymetryczne (obiekty reaktora MARIA, Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Izotopów, a także przy instalacjach unieszkodliwiania odpadów promieniotwórczych),
- ciągłą emisję substancji promieniotwórczych z reaktora i budynku Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Izotopów do atmosfery,
- system monitoringu radiacyjnego środowiska w otoczeniu Ośrodka w Świerku, gdzie wykonuje się oznaczenia zawartości substancji promieniotwórczych w takich elementach środowiska, jak wody gruntowe, wody rzeki Świder, gleba, pasze i zboża.

W odpowiednio mniejszym zakresie – stosownie do poziomu zagrożenia radiacyjnego – prowadzony jest monitoring radiacyjny Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie, przy czym w ramach programu kontrolnego prowadzone są pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w takich samych – jak w Ośrodku Świerk – próbkach środowiskowych. Pomiary te wykonywane są przez służbę pomiarów skażeń Instytutu Energii Atomowej w Świerku oraz przez służby dozymetryczne poszczególnych obiektów radiacyjnych.

10. MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH LUDZI

W sytuacjach zagrożeń radiacyjnych, którym towarzyszą znaczne skażenia promieniotwórcze środowiska, a w konsekwencji również artykułów rolno-spożywczych, istotnym elementem systemu monitoringu radiacyjnego jest monitoring promieniotwórczych skażeń wewnętrznych ludzi. Z tego względu jest niezbędne posiadanie w kraju odpowiednich urządzeń pomiarowych oraz zespołów specjalistów, które zapewniają

właściwe wykonywanie takich pomiarów oraz przeprowadzenie – na podstawie tych wyników – ocen narażenia radiacyjnego ludności powodowanego skażeniami organizmu człowieka.

Do najważniejszych działających w Instytucie Energii Atomowej (IEA) w Świerku oraz w CLOR – urządzeń, służących do pomiarów zawartości substancji promieniotwórczych w ciele człowieka należy zaliczyć:

- licznik promieniowania ciała człowieka (Ipc) znajdujący się w IEA, którego część detekcyjną stanowią: detektor germanowy o dużej czystości i wydajności oraz kryształ scyntylacyjny NaI, o dużej objętości, umieszczone w specjalnym niskotłowym pomieszczeniu. Odpowiednie wyposażenie umożliwia stosowanie dwóch podstawowych geometrii pomiarowych; geometrii poziomej (tzw. scanning) oraz geometrii krzesła. Czas pomiaru (w geometrii krzesła) wynosi typowo 20 minut; minimalna wykrywalna aktywność w przypadku Cs-134 i Cs-137 i przeciętne człowieka wynosi około 40 Bq.
- Dwa zestawy stacjonarne (znajdujące się w IEA i CLOR) do pomiarów jodu promieniotwórczego w tarczycy. Każdy z zestawów składa się z dwóch detektorów NaI/Tl (wykrywanie I-125 i I-131), umieszczonych w ołowianych kolimatorach. Minimalna wykrywalna aktywność (MWA) dla I-125 i I-131 wynosi około 20 Bq dla pomiaru trwającego 15 minut.
- Zestaw ruchomy (obsługiwany przez CLOR) do szybkich pomiarów jodu promieniotwórczego u ludzi w warunkach terenowych w sytuacji zagrożenia radiacyjnego o charakterze lokalnym lub ogólnokrajowym, a także do monitorowania osób narażonych zawodowo. Minimalna wykrywalna aktywność dla I-125 i I-131 wynosi odpowiednio około 30 i 60 Bq. Ponadto kilka ośrodków medycznych posiada obecnie zestawy pomiarowe z detektorami scyntylacyjnymi, umożliwiające szybkie pomiary zawartości jodu promieniotwórczego w tarczycy, wykorzystywane dla celów medycznych. W sytuacji zagrożenia radiacyjnego, spowodowanego awarią obiektu jądrowego, której zwykle towarzyszą duże ilości uwalnianego do środowiska jodu promieniotwórczego, urządzenia te

w istotnym stopniu zwiększają efektywność kontroli skażeń wewnętrznych ludności kraju.

11. UWAGI KOŃCOWE

W ostatnich latach – zwłaszcza w wyniku współpracy z Danią – zbudowano nowoczesny, w pełni odpowiadający współczesnym standardom międzynarodowym, system wczesnego wykrywania zagrożeń radiacyjnych. System ten w sposób automatyczny mierzy poziom skażeń promieniotwórczych i zmiany tła promieniowania w powietrzu, spowodowane obecnością sztucznych izotopów promieniotwórczych. Cechą całkowicie nową tego systemu – w porównaniu do systemów poprzednio działających – jest możliwość rozróżnienia zmian poziomu promieniowania, pochodzącego od izotopów promieniotwórczych uwolnionych z obiektów radiacyjnych do środowiska, od zmian poziomu promieniowania powodowanych zmieniającymi się stężeniami izotopów naturalnych w zależności od sytuacji meteorologicznej. System ten umożliwia jednocześnie wgląd do danych pomiarowych zbieranych w podobnych stacjach pomiarowych krajów basenu Morza Bałtyckiego, stanowiąc tym samym fragment szerszego systemu regionalnego. Jest rzeczą oczywistą, że w sytuacji zagrożenia radiacyjnego, wywołanego awarią w tym regionie, automatyczny dostęp do danych pomiarowych stacji zagranicznych umożliwia znacznie efektywniejsze prowadzenie działań zapobiegawczych. Specjalne oprogramowanie systemu pozwala na analizowanie rozwoju sytuacji radiacyjnej w kraju, wizualizację tej sytuacji na tle mapy kraju, oraz prognozowania dalszego rozwoju zagrożenia.

W ramach doskonalenia tego systemu przewiduje się następujące działania:

- zainstalowanie dwóch – trzech stacji typu PMS w centralnej części kraju dostarczających dane obrazujące aktualną sytuację radiacyjną w tej części terytorium,
- wymianę niektórych elementów i podzespołów w stacjach ASS-500, pracujących w systemie wczesnego wykrywania zagrożeń radiacyjnych,
- prowadzenie rutynowej wymiany danych między systemami krajowymi państw nordyckich i polskim systemem PMS – ASS.

Należy jeszcze raz podkreślić, że obecnie działający system, zbudowany na stacjach PMS i ASS-500, spełnia wszystkie podstawowe wymagania stawiane systemom wczesnego wykrywania. Inne działające nadal w kraju systemy ciągłego monitoringu promieniowania gamma, funkcjonujące w resortach obrony narodowej, ochrony środowiska oraz w resorcie spraw wewnętrznych należy traktować jako systemy wspomagające, które mogą uzupełniać dane systemu PMS – ASS w sytuacjach poważnego zagrożenia radiacyjnego. Ponadto – w celu rozszerzenia możliwości wykorzystania ruchomego laboratorium radiometrycznego, obsługiwanego przez ekipę CLOR – przewiduje się uzupełnienie wyposażenia tego laboratorium o:

- urządzenia do zbierania aerozoli promieniotwórczych z dużych objętości powietrza,
- przewoźny spektrometr umożliwiający pomiar in situ stężenia określonego radionuklidu w próbce środowiskowej.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że obecne wyposażenie aparaturowe w kraju, przeznaczone dla systemu monitoringu radiacyjnego znacznie przewyższa pod względem jakościowym aparaturę stosowaną w połowie lat osiemdziesiątych.

Notka o autorze

Andrzej Merta – mgr inż., wicedyrektor Departamentu Bezpieczeństwa Jądrowego i Radiacyjnego w Państwowej Agencji Atomistyki.

PRZEGLĄD PRZYGOTOWAŃ NA WYPADEK ZAGROŻENIA RADIACYJNEGO

Cwiczenia dla państw Europy środkowej i wschodniej w zakresie postępowania awaryjnego poza terenem obiektu w sytuacji zagrożenia radiacyjnego, Nemencin – Litwa, czerwiec 2000

1. CELE I STRATEGIE PRZYGOTOWAŃ NA WYPADEK ZAGROŻENIA RADIACYJNEGO

Cele

Pomóc uczestnikom w zrozumieniu podstaw opracowywania planów postępowania awaryjnego oraz przedstawić przegląd czynników mających wpływ na strategię reagowania w sytuacjach zagrożenia.

Zawartość

- Klasyfikacja zagrożeń.
- Identyfikacja celów i podstawy planowania.
- Zintegrowane i skoordynowane reagowanie zaangażowanych organizacji.
- Wymagane przygotowania dla bezzwłoczno-go podejmowania decyzji i reagowania.
- Podejście zapobiegawcze.
- Kultura bezpieczeństwa i zapewnienie jakości.
- Wzajemne oddziaływania pomiędzy obiektem a obszarem poza nim.
- Informacja publiczna jako część przygotowań na wypadek awarii.

Główne odnośniki literaturowe

1. Method for the Development of Emergency Response Preparedness for Nuclear or Radiological Accidents, IAEA-TECDOC-953, IAEA, Vienna (1997).
2. A model National Emergency Response Plan for Radiological Accidents, IAEA-TECDOC-718, IAEA, Vienna (1993).

1.1. KLASYFIKACJA ZAGROŻEŃ

Plany postępowania awaryjnego muszą być elastyczne, aby miały zastosowanie dla awarii o różnych skalach zagrożenia. Można to osiągnąć poprzez sklasyfikowanie sytuacji awaryjnych na

podstawie warunków opisujących stan elektrowni. Zakres środków organizacyjnych i technicznych, koniecznych dla przeciwdziałania określonej sytuacji, jest opisany dla każdej klasy reagowania awaryjnego. Różniące się nieco systemy i nazwy są obecnie używane dla klas zagrożenia w różnych krajach. Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (MAEA), definiuje (TECDOC-955) trzy możliwe, podstawowe poziomy zagrożenia: stan podwyższonej gotowości, awaria na terenie obiektu i stan powszechnego zagrożenia.

- *Stan podwyższonej gotowości*, ogłaszany jest w wypadkach pociągających za sobą pewien nieznan lub znaczący spadek poziomu bezpieczeństwa ludności lub personelu zatrudnionego w obiekcie. Obowiązkiem organizacji eksploatującej obiekt jest poinformowanie kompetentnego w sprawach bezpieczeństwa jądrowego urzędu oraz organizacji reagowania kryzysowego odpowiedniego szczebla. Wykonywane są dodatkowe oceny stanu elektrowni i wprowadzany jest stan podwyższonej gotowości organizacji reagowania kryzysowego na i poza terenem elektrowni jądrowej.
- *Awaria na terenie obiektu*, ogłaszana jest w wypadkach, pociągających za sobą duży spadek bezpieczeństwa ludności lub personelu zatrudnionego w obiekcie. Organizacja eksploatująca obiekt musi zaalarmować urząd kompetentny w sprawach bezpieczeństwa jądrowego oraz organizację reagowania kryzysowego o publicznym zakresie działania. Warunek ten może pociągnąć za sobą udział jednostek spoza terenu obiektu, jak straż pożarna czy pogotowie ratunkowe, w akcji prowadzonej na terenie obiektu. Powinny zostać podjęte działania w celu kontroli dawek indywidualnych na terenie elektrowni oraz poczynione przygotowania do wprowadzenia działań interwencyjnych poza terenem obiektu.

- *Stan powszechnego zagrożenia*, ogłaszany jest w wypadkach pociągających za sobą rzeczywiste uwolnienia substancji promieniotwórczych do otoczenia elektrowni lub zagrożenie takimi uwolnieniami. Powinna być bezzwłocznie zaalarmowana organizacja reagowania kryzysowego o publicznym zakresie działania oraz powinny zostać wprowadzone w tym samym czasie zalecenia co do pilnych działań ochronnych dla ludności. Operacyjny system reagowania jest uruchamiany w trybie alarmowym, zgodnie z krajowym planem postępowania awaryjnego.

Klasyfikacja awarii nie może być mylona z klasyfikacją wydarzeń jądrowych podaną w opracowanej przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej Międzynarodowej Skali Wydarzeń Jądrowych (INES), która klasyfikuje wydarzenia w siedmiu poziomach zagrożenia, zgodnie ze specyficznymi założeniami. Przypisanie poziomu skali INES jest niemożliwe we wcześniejszej fazie awarii i nie jest podstawą reagowania.

1.2. IDENTYFIKACJA CELÓW I PODSTAWY PLANOWANIA

Identyfikacja celów i podstawy reagowania awaryjnego są potrzebne dla opracowania planów postępowania awaryjnego na wypadek zagrożenia jądrowego lub radiacyjnego. Stanowiąc one będą podstawę do opracowania zasad reagowania i ustalenia wymagań co do zasobów i metod używanych dla osiągnięcia określonych celów.

Główne cele. Międzynarodowe wytyczne określają następujące główne cele planowania awaryjnego:

- obniżenie ryzyka lub złagodzenie skutków awarii u jej źródła (odpowiedzialność operatora źródła zagrożenia),
- zapobiegnięcie poważnym, deterministycznym skutkom zdrowotnym, a przede wszystkim wypadkom śmierci (odpowiedzialność operatora elektrowni i organizacji spoza terenu obiektu), oraz
- obniżenie prawdopodobieństwa wystąpienia stochastycznych skutków zdrowotnych (to jest głównie przypadków raka) tak bardzo, jak to jest, w sposób rozsądny, osiągalne (od-

powiedzialność operatora elektrowni i organizacji spoza terenu obiektu).

Chociaż podstawowym celem reagowania kryzysowego w sytuacji awaryjnej jest przeciwdziałanie otrzymaniu lub zmniejszenie dawek promieniowania, powstanie sytuacji awaryjnej w elektrowni jądrowej dotyka w różny sposób psychicznej i społeczno-kulturowej warstwy życia zagrożonych grup społeczeństwa i te aspekty muszą również być zauważane i brane pod uwagę. Wiele sektorów ekonomicznych, takich jak produkcja żywności, podróże, turystyka i marketing surowców oraz produktów powszechnego użytku może podlegać silnym wpływom w konsekwencji zaistnienia sytuacji zagrożenia. Taka złożoność oddziaływań wymaga rozwiązywania problemów o zróżnicowanym charakterze i na wielu poziomach. Zjawiska te pogłębiają się w późniejszych fazach sytuacji zagrożenia, niemniej, ze względu na ich wpływ na rozwój sytuacji, wiele z nich musi być wzięte pod uwagę od samego początku.

Podstawy planowania. Potrzeba planowania awaryjnego i wymagane sposoby reagowania kryzysowego zależą od przewidywanych typów sytuacji zagrożenia. Dla potrzeb **analiz zagrożenia** muszą być określone działania, które wymagają planowania oraz charakterystyki możliwych sytuacji awaryjnych, wyznaczone na podstawie oceny rozwoju sytuacji awaryjnej i jej skutków. Planowanie oraz przygotowania na wypadek awarii są konieczne dla awarii w elektrowniach jądrowych, reaktorach badawczych, zakładach przerobu paliwa jądrowego (szczególnie w przypadku urządzeń do przetwarzania i składowania wypalonego paliwa jądrowego), awarii podczas transportu materiałów promieniotwórczych, przemysłowego użytkowania źródeł promieniowania jonizującego, upadku satelity z zasilaniem jądrowym, awarii z bronią jądrową oraz wybuchów jądrowych. Awarie na terenie innych krajów również wymagają przygotowań i powinny być włączone do zestawu potencjalnych scenariuszy zagrożenia.

Materiał niniejszego wykładu dotyczy głównie awarii w elektrowniach jądrowych. Jednakże, podobne założenia, zasady i metody mają również zastosowanie w przypadku awarii powodzo-

wanych przez inne źródła zagrożenia. Plany postępowania awaryjnego powinny być na tyle elastyczne aby skutecznie przeciwdziałać wszelkim awariom, biorąc pod uwagę konieczność prowadzenia zróżnicowanych działań w sytuacjach o różnych skalach zagrożenia. Tak więc, plany postępowania awaryjnego powinny zapewniać odpowiednie reagowanie zarówno w przypadku niewielkich jak i poważnych awarii.

Skutki awarii i wymagane działania ochronne zależą od **cech demograficznych** w otoczeniu miejsca awarii. Wymagane jest staranne planowanie, jeśli skutkami awarii mogą być dotknięte duże grupy ludności lub duże zakłady przemysłowe. Przykładowo, ewakuacja niewielkiej grupy ludzi jest bardziej realna i w takim przypadku mogą być rozważone niższe poziomy interwencyjne dla ewakuacji. Również **infrastruktura na dotkniętym awarią obszarze** determinuje możliwość zastosowania określonych środków interwencyjnych. Przepustowość dróg może limitować prędkość ewakuacji. W konsekwencji, konieczne będzie kierowanie ruchem, aby przeciwdziałać blokowaniu dróg. Rozlokowanie zapasów tabletek jodowych w taki sposób, aby były one, w razie potrzeby, dostępne na czas, wymaga ich wcześniejszej dystrybucji lub magazynowania zgodnego z wcześniej opracowanym planem. Środki stosowane w rolnictwie silnie zależą od specyficznych warunków lokalnych, takich jak rodzaje produkowanej żywności, dostępności nieskażonej żywności, a nawet reakcji rynkowych.

Kilka czynników wpływa na **zdolność reagowania**. Plany muszą być elastyczne, aby dały się zastosować w sytuacjach o rozmaitych skalach zagrożenia i skalach czasu. Zasoby materiałowe i ludzkie są konieczne do podejmowania działań przez odpowiednie organizacje reagowania kryzysowego, zapewnienia przepływu informacji, oceny sytuacji, podejmowania decyzji, instruowania ludności, wprowadzenia środków ochronnych i informowania mediów. Sytuacja zagrożenia stawia w trudnej sytuacji personel organizacji reagowania kryzysowego. Takie elementy, jak ograniczone lub niepewne informacje na początku i wielkie ilości danych w późniejszych fazach awarii, pilność podejmowania decyzji i działań, wielkie zapotrzebowanie na informacje w różnych strukturach organizacji reago-

wania kryzysowego oraz w mediach i wśród ludności, stwarzają trudną pracę personelowi reagowania kryzysowego, wywołując jednocześnie stres. Dalszą komplikację stanowi mnogość organizacji reagowania, biorących udział w akcji na terenie obiektu oraz poza nim, na szczeblu lokalnym, regionalnym, krajowym i międzynarodowym. Koordynacja działań jest sprawą zasadniczą. Rozważne planowanie i szkolenie personelu może rozwiązać te problemy.

1.3. ZINTEGROWANE I SKOORDYNOWANE REAGOWANIE ZAANGAŻOWANYCH ORGANIZACJI

Plany postępowania awaryjnego na szczeblu krajowym i na szczeblach lokalnych są opracowywane na wypadek zagrożenia radiologicznego, zgodnie z wymaganiami narzucanymi przez rozważane scenariusze zagrożenia. Wiele państwowych urzędów i instytucji oraz prywatnych firm jest włączanych w system reagowania kryzysowego. Krajowy plan postępowania awaryjnego na wypadek zagrożenia radiologicznego powinien jasno precyzować odpowiedzialność w zakresie planowania i reagowania. **Integracja** planowanego reagowania w przypadku zagrożenia radiologicznego z przygotowaniem na wypadek innych rodzajów zagrożeń podnosi efektywność i skuteczność wykorzystania zasobów. Konieczność reagowania w przypadku innych rodzajów zagrożeń tworzy doświadczenie w zarządzaniu sytuacjami kryzysowymi i prowadzeniu działań interwencyjnych.

Koordynacja reagowania jest jednym z kluczowych aspektów efektywnego zarządzania skomplikowanym systemem reagowania, zawierającym mnogość uczestniczących organizacji na różnych szczeblach oraz przeznaczonych do wykonywania różnych zadań. Wiele funkcji reagowania kryzysowego, takich jak ocena ryzyka i skutków radiologicznych oraz implementacja środków zaradczych jest prowadzonych przez organizacje i ludzi, którzy nie prowadzą wspólnie takich działań w normalnej sytuacji. Koordynacja reagowania kryzysowego wymaga jasnego określenia **odpowiedzialności i kompetencji** jak również istnienia skutecznych systemów łączności i informacji. Zasady odpowiedzialności i koncepcja prowadzenia działań powinny być rozu-

miane w ten sam sposób przez wszystkich uczestników reagowania kryzysowego. Koncepcja działań wyjaśnia główne zasady postępowania w zakresie reagowania kryzysowego i organizację reagowania. Powinny być sporządzone jasne i raczej szczegółowe procedury dla każdego zadania, aby zapewnić wprowadzenie planowanej struktury i jej prawidłowego działania.

1.4. WYMAGANE SĄ PRZYGOTOWANIA DLA BEZZWŁOCZNEGO PODEJMOWANIA DECYZJI I REAGOWANIA

Efektywne zarządzanie w sytuacji zagrożenia radiacyjnego wymaga odpowiedniej ilości informacji do podejmowania decyzji we właściwym czasie. Odpowiednie przygotowania zawierają natychmiastową, 24 godzinną gotowość, pokrywającą najważniejsze aspekty planowania awaryjnego: powiadomienie, ocenę stopnia zagrożenia, podejmowanie decyzji w zakresie wprowadzenia odpowiednich środków ochronnych jak również ostrzeżenia i instruowania ludności co do wprowadzanych działań, a także informowania mediów. Przygotowania te mogą bazować na strukturach organizacyjnych istniejących w obiekcie i poza nim, ze służbami takimi jak straż pożarna czy policja. Przy pełnej gotowości, uruchamiane są dodatkowe zasoby. Wykonywanie oceny sytuacji i doradzanie w zakresie wprowadzania środków dla ochrony ludności, stosownie do potrzeb może być przydzielane personelowi obiektu. Taki układ może być jedynym praktycznym rozwiązaniem w najwcześniejszej fazie awarii, jeśli brak jest, znajdujących się w gotowości, kompetentnych osób poza terenem elektrowni, aby wykonać te zadania. W momencie gdy całość organizacji staje się dostępna, kompetencje te mogą być przeniesione ze szczebla lokalnego na szczebel krajowy, w zależności od tego jak poważna jest sytuacja. To przenoszenie kompetencji musi być jasno opisane w planach postępowania awaryjnego oraz określone i udokumentowane w trakcie procesu reagowania.

Wszystkie informacje związane z oceną stopnia zagrożenia i możliwym, dalszym rozwojem sytuacji, a co za tym idzie potrzebą ochrony ludności powinny być znane i brane pod uwagę w całości. W skład czynników, które mają wpływ na ocenę

sytuacji wchodzi: stan elektrowni i zdolność do kontrolowania tego stanu, warunki meteorologiczne, uwolnienia substancji promieniotwórczych do środowiska, sytuacja radiacyjna w otoczeniu elektrowni na podstawie wyników pomiarów z sieci monitoringu oraz zbierania i analizowania próbek środowiskowych i próbek żywności. Aby podjąć decyzję o wprowadzeniu środków ochronnych na czas, potrzebny jest skuteczny system koordynacji i sprawny przepływ informacji. Przykładem efektywnego systemu do wykonywania całościowych ocen sytuacji jest system zbierania wszystkich potrzebnych informacji w jednym, służącym do wykonywania analiz centrum. W innym przypadku, należy starannie skoordynować pracę różnych grup zbierających informacje o stanie elektrowni, sytuacji meteorologicznej i radiacyjnej oraz dokonujących na ich podstawie analiz.

Skuteczne i niezawodne systemy zbierania i przekazywania danych oraz istnienie odpowiednich procedur mają kluczowe znaczenie dla zapewnienia, wymaganego dla potrzeb dokonywania analiz, przepływu informacji. Dostępność, odpowiednia prezentacja i przechowywanie informacji warunkują prawidłowe wykonywanie ocen. Systemy łączności i procedury są podstawą koordynacji działań na i poza terenem elektrowni. Wymagana jest również koordynacja działań lokalnych służb awaryjnych i krajowego centrum zarządzania kryzysowego. Umowy o 24 godzinnej gotowości obejmują bezzwłoczne powiadomienie organizacji międzynarodowych i krajów związanych umowami dwustronnymi, a następnie przekazywanie do nich dalszych informacji.

Przykłady sugerowanych, docelowych czasów dla kluczowych działań interwencyjnych podane zostały w IAEA TECDOC-953. Przykładowy, sugerowany czas dla powiadomienia lokalnych władz, po identyfikacji i sklasyfikowaniu sytuacji zagrożenia, wynosi 15 minut, a pełne uruchomienie organizacji reagowania odpowiednio: 2, 12 i 24 godziny dla obiektu, organizacji na szczeblu lokalnym i organizacji na szczeblu krajowym. Należy również pamiętać, że pewien minimalny poziom przygotowań musi być zawsze utrzymywany w pełnej gotowości. Decyzje co do wprowadzenia pilnych działań ochronnych powinny być podjęte w ciągu 30 minut od początkowego powiadomienia i przekazania wytycznych z obiektu.

Plany postępowania awaryjnego powinny zawierać szczegółowe procedury dla wprowadzania pilnych działań ochronnych. Działania te obejmują pozostawianie ludności w pomieszczeniach zamkniętych, profilaktykę jodową, ewakuację oraz odpowiednie działania ochronne w rolnictwie, celem uniknięcia skażeń żywności. Przez cały czas, muszą również bezbłędnie działać systemy ostrzeżenia, instruowania i informowania ludności.

1.5. PODEJŚCIE ZAPOBIEGAWCZE

Kilka cech zagrożenia charakterystycznych dla awarii w elektrowni jądrowej, powoduje trudności przy ocenie sytuacji w wymaganym czasie i z wystarczającą dla podejmowania decyzji precyzją. W szczególności, we wczesnej fazie awarii występuje ograniczona ilość dostępnych informacji, a także, informacje te zawierają duży margines niepewności. Rozwój sytuacji awaryjnej jest trudny do przewidzenia w warunkach poważnej awarii i muszą być przyjmowane pewne założenia. Również powodzenie i wpływ działań korekcyjnych są niepewne. Dlatego też, ocena skutków awarii jest bardzo trudna w jej wczesnej fazie. Pomimo to, muszą być podjęte pilne decyzje, ponieważ skuteczność środków zapobiegawczych mogłaby znacznie zmaleć, jeśli ich wprowadzenie byłoby wstrzymywane w oczekiwaniu na pełniejsze informacje. W konsekwencji, decyzje w sprawie pilnych działań ochronnych powinny bazować na dominujących cechach stanu elektrowni, polegając raczej na przewidywaniu uwolnienia, niż jego braku, ponieważ oczekiwanie na potwierdzenie rozpoczęcia uwalniania doprowadziłoby do opóźnienia we wprowadzeniu środków zaradczych. Zapobiegawcze wprowadzenie działań ochronnych jest potencjalnie bardzo skutecznym instrumentem ochrony ludności i zwykle jest zarządzane chociaż może się okazać, że było niepotrzebne, w kontekście dalszego, łagodnego rozwoju sytuacji awaryjnej.

1.6. KULTURA BEZPIECZEŃSTWA I ZAPEWNIENIE JAKOŚCI

Kulturę bezpieczeństwa wymuszającą wysoki poziom bezpieczeństwa elektrowni jądrowej można opisać jako ogólne cechy, które odnoszą

się również do planowania awaryjnego i organizacji reagowania kryzysowego, a których celem jest zapobiec lub zminimalizować niekorzystne skutki awarii jądrowych w przypadku powstania sytuacji zagrożenia. Kultura bezpieczeństwa łączy zarówno warunki pracy wewnątrz i pomiędzy współdziałającymi organizacjami, jak i nastawienie do pracy pojedynczych pracowników. Międzynarodowa Grupa Doradcza w Zakresie Bezpieczeństwa Jądrowego, działająca pod auspicjami Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej, wymienia następujące elementy składające się na kulturę bezpieczeństwa:

- Przekonanie poszczególnych pracowników o ważności bezpieczeństwa.
- Wiedza i kompetencja, umacniane poprzez szkolenie i instruowanie personelu i poprzez naukę własną poszczególnych pracowników.
- Zobowiązanie, wymagające demonstrowania na wyższych szczeblach zarządzania wysokiego priorytetu bezpieczeństwa i przyjmowania go przez poszczególnych członków personelu, jako wspólnego celu do osiągnięcia.
- Motywacja, poprzez przodownictwo w ustalaniu celów i poprzez indywidualnie generowane, pozytywne nastawienie.
- Nadzór, włączając kontrolę i przegląd działalności, z gotowością do reagowania na indywidualne problemy kontrolowanych podmiotów.
- Odpowiedzialność, poprzez formalne przypisanie i opis obowiązków oraz ich zrozumienie przez poszczególne osoby.

Kontrola i programy zapewnienia jakości powinny dotyczyć różnych aspektów planowania awaryjnego i przygotowań na wypadek awarii. Obejmują one przeglądy planów i procedur, wprowadzanie udoskonaleń oraz kontrolę jakości autoryzacji dokumentów, ich nowelizacji i uaktualnień. Dokumentacja reagowania kryzysowego, w postaci planów i procedur, powinna być zrozumiała oraz wzajemnie niesprzeczna i pozwalać na skuteczne i skoordynowane reagowanie. Kontrola jakości procedur dotyczy opracowywania, przeglądów, dystrybucji i rejestracji dokumentów. W zależności od potrzeb, powinna być sprawdzana dostępność i stan gotowości wyposażenia i urządzeń. Testy funkcjonowania kanałów komunikacyjnych są częścią tego progra-

mu kontroli. Oddzielny program zapewnienia jakości jest często wprowadzany dla testowania funkcjonowania sprzętu laboratoryjnego, kalibracji i konserwacji przyrządów używanych do monitoringu, jak również dla sprawdzenia dostępności do użycia odpowiednich instrukcji i procedur. Programy szkoleń i ćwiczeń powinny podlegać przeglądom, na przykład dla sprawdzenia, czy zawierają one wytyczne co do sposobu postępowania na określonych stanowiskach, związanych z wykonywaniem określonych zadań w procesie reagowania.

1.7. WZAJEMNE ODDZIAŁYWANIA POMIĘDZY OBIEKTEM A OBSZAREM POZA NIM

Powiadamianie organizacji spoza obiektu jest obowiązkiem jednostki organizacyjnej eksploatującej elektrownię (operatora elektrowni). Operator posiada informacje dotyczące rozwoju sytuacji i skali powstałego zagrożenia, a w szczególności zagrożenia powodowanego potencjalną możliwością uwolnienia substancji promieniotwórczych do otoczenia. Informacje te muszą zostać przekazane do odpowiednich organizacji spoza terenu elektrowni, aby mogły one uruchomić wymagane w danej sytuacji działania interwencyjne.

Operator reaktora, jako jednostka posiadająca najwięcej informacji o rozwoju awarii i bezpośrednio zaangażowana w przeciwdziałanie jej dalszemu rozwojowi, sporządza ocenę sytuacji. Ocena ta jest szeroko nakierowana na łagodzenia zagrożenia. Pomimo to, ocena ta również zajmuje się skutkami awarii, aby utworzyć pewien ogólny obraz sytuacji i implikacje co do działań ochronnych poza terenem elektrowni. Za wyjątkiem bardzo wczesnej fazy awarii, organizacje spoza obiektu opracowują własne, niezależne oceny sytuacji. Oceny wykonywane przez centrum awaryjne na temat wprowadzenia określonych środków zaradczych, opierają się na dostępnych danych i pewnych założeniach co do innych czynników, które mają wpływ na reagowanie. Informacje mogą zawierać dane otrzymane od operatora elektrowni, dane pomiarowe z sieci monitoringu i dane meteorologiczne.

Eksperci dokonujący ocen dla organizacji spoza obiektu, potrzebują dobrego łącza komuni-

kacyjnego z operatorem reaktora, aby uniknąć rozbieżności w zrozumieniu sytuacji. Możliwość wykonania niezależnej oceny przez kompetentne urzędy jest bardzo istotna z punktu widzenia zaufania publicznego. Ze względu na doświadczenie dozoru jądrowego w zakresie technicznych i radiologicznych aspektów zagrożenia, jest on, generalnie biorąc, predestynowany do wykonywania ocen i doradztwa – w sprawach związanych z wprowadzaniem działań ochronnych – ciałom podejmującym decyzję i organizacjom wprowadzającym te działania w życie. Dozór jądrowy monitoruje stan elektrowni i ocenia poprawność reagowania operatora na zmieniającą się sytuację awaryjną. Monitorowanie stanu elektrowni prowadzone jest na podstawie informacji dostarczanej przez operatora, jak również poprzez bezpośrednie obserwacje na miejscu zdarzenia.

Współpraca organizacji z obiektu i spoza obiektu może być konieczna dla zapewnienia pomocy w działaniach prowadzonych na terenie elektrowni. Przykładem może być gaszenie pożaru, zabezpieczenie dostępu do miejsca awarii przez policję czy też transport poszkodowanych osób z terenu elektrowni do szpitala.

1.8. INFORMACJA PUBLICZNA JAKO CZĘŚĆ PRZYGOTOWAŃ NA WYPADEK AWARII

Skuteczna komunikacja z mediami i ludnością jest sprawą zasadniczą dla prawidłowego zarządzania sytuacją kryzysową. Odnosi się to zarówno do sytuacji awaryjnych podczas których ludność postępuje zgodnie z instrukcjami, aby ochronić się przed skutkami awarii, jak również do sytuacji mniej poważnych, gdzie nie są wymagane żadne środki ochronne. Sytuacje zagrożenia stwarzają wśród ludności poczucie strachu i niepewności. Dostępność i treść informacji są kluczowymi czynnikami w odbiorze przez ludność sytuacji zagrożenia. Zaufanie może zostać utracone i może to odstraszać ludzi od postępowania zgodnego z zaleceniami. W wyniku tego, jednostki, a nawet całe grupy ludności mogą postępować w sposób nieodpowiedni lub nawet przeciwny.

Większość informacji przekazywanych jest ludności poprzez media. Podczas planowania dzia-

łań w zakresie przekazywania ludności informacji w sytuacji zagrożenia, należy wziąć pod uwagę fakt, że organizacje reagowania powinny sprostać ogromnemu zapotrzebowaniu na informacje. Potrzeba uzyskiwania przez ludność informacji manifestuje się już w najwcześniejszej fazie awarii. Można przewidzieć na przykład, że informacje z innego kraju zostaną przekazane szybciej poprzez media niż poprzez oficjalne kanały powiadamiania. Może powstać zamieszanie, jeśli koordynacja w zakresie przekazywania informacji nie jest efektywna. W takiej sytuacji mogą powstawać nawet znaczące rozbieżności pomiędzy różnymi źródłami informacji.

Podstawową sprawą w komunikowaniu się z ludnością jest priorytetowe zapewnienie dopływu informacji do tych grup ludności, które mogą być rzeczywiście poszkodowane wskutek zajścia awarii.

1.9. BIBLIOGRAFIA

1. Method for the Development of Emergency Response Preparedness for Nuclear or Radiological Accidents, IAEA-TECDOC-953, IAEA, Vienna (1997).
2. A Model National Emergency Response Plan for Radiological Accidents, IAEA-TECDOC-718, IAEA, Vienna (1993).
3. Preparedness of Public Authorities for Emergencies at Nuclear Power Plants, A Safety Guide, Safety Series No. 50-SG-G6, IAEA, Vienna (1982).

2. PRZEGLĄD PRZYGOTOWAŃ NA TERENIE OBIEKTU, NA WYPADEK ZAGROŻENIA RADIACYJNEGO

Cele

Przeгляд przygotowań na terenie obiektu, na wypadek awarii elektrowni jądrowej. Opisane są podstawowe cechy przygotowań na terenie obiektu, na wypadek awarii, aby pomóc uczestnikom w zrozumieniu procesu reagowania i jego wpływu na wzajemne oddziaływania pomiędzy organizacjami reagowania kryzysowego na terenie i poza terenem elektrowni jądrowej.

Zawartość

- Odpowiedzialność operatora elektrowni jądrowej.
- Plany postępowania awaryjnego i procedury awaryjne dla elektrowni jądrowej.
- Organizacja reagowania na terenie obiektu w sytuacji zagrożenia radiacyjnego.
- Uruchamianie działań i systemy komunikowania się.
- Przywracanie stanu bezpieczeństwa elektrowni jądrowej i łagodzenie skutków awarii.
- Ocena rozwoju zagrożenia.
- Ochrona personelu.
- Informacja publiczna.
- Urządzenia i sprzęt używany w sytuacjach zagrożenia radiacyjnego.
- Szkolenia i udział w ćwiczeniach.

Główne odnośniki literaturowe

1. Preparedness of the Operating Organization (Licensee) for Emergencies at Nuclear Power Plants, Safety Series No. 50-SG-O6, IAEA, Vienna (1982).
2. Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions during a Reactor Accident, IAEA-TECDOC-955, IAEA, Vienna (1997).

2.1. ODPOWIEDZIALNOŚĆ OPERATORA ELEKTROWNI JĄDROWEJ

Przydział odpowiedzialności w zakresie zarządzania działaniami interwencyjnym w sytuacji zagrożenia radiacyjnego jest określony przez krajowe prawodawstwo, wytyczne i krajowy plan postępowania awaryjnego. Odpowiedzialność operatora elektrowni jądrowej (*ang. Nuclear Power Plant – NPP*) dotyczy zapobiegania lub łagodzenia skutków awarii i ochrony pracowników na terenie obiektu. Celem zarządzania kryzysowego na terenie elektrowni jest doprowadzenie do jej bezpiecznego wyłączenia i zapobiegnięcie lub ograniczenie do minimum uwolnień substancji promieniotwórczych do otoczenia. Zapewnione są warunki dla podjęcia działań interwencyjnych, nawet w przypadku zajścia poważnej awarii, wykraczającej poza ramy Podstawowej Awarii Projektowej. W przypadku podjęcia działań interwencyj-

nych poza terenem elektrowni, operator zobowiązany jest do przekazywania informacji do zewnętrznych, kompetentnych urzędów na temat rozwoju sytuacji awaryjnej i jej skutków dla potrzeb wczesnego wykonania prognozy jej dalszego rozwoju lub oceny czasu trwania i wielkości uwolnienia substancji promieniotwórczych do otoczenia, jak również dla określenia potrzeb zastosowania działań ochronnych. Odpowiedzialność operatora elektrowni jądrowej obejmuje również często monitoring radiacyjny w otoczeniu elektrowni i doradzanie kompetentnym urzędom w zakresie podejmowania działań mających na celu ochronę ludności, szczególnie podczas bardzo wczesnej fazy awarii, zanim nastąpi pełna aktywacja organizacji reagowania kryzysowego poza terenem obiektu.

2.2. PLANY POSTĘPOWANIA AWARYJNEGO I PROCEDURY AWARYJNE DLA ELEKTROWNI JĄDROWEJ

Plan postępowania awaryjnego określa pojęcie prowadzenia działań reagowania kryzysowego w sytuacji zagrożenia radiacyjnego. W planie postępowania awaryjnego opisana jest struktura organizacyjna, podane jest rozłożenie kompetencji i odpowiedzialności oraz sposób zapewnienia zasobów ludzkich i materiałowych, zarezerwowanych na wypadek sytuacji zagrożenia radiacyjnego. Plan wyjaśnia również jak wypełniane są główne funkcje, takie jak ogłoszenie stanu zagrożenia, powiadomienie o zagrożeniu, ocena stanu elektrowni, zarządzanie kryzysowe w sytuacji awaryjnej, ochrona personelu elektrowni, monitoring radiacyjny, koordynacja działań na terenie obiektu i współdziałanie w sprawach planowanych, dalszych działań z organizacjami reagowania spoza obiektu. Dodatkowo, konieczne jest zaopatrzenie personelu biorącego udział w procesie reagowania w szczegółowe instrukcje działania poprzez procedury awaryjne i wykazy czynności, pozwalające na prawidłowe wypełnianie przydzielonych do wykonania zadań.

W celu odpowiedniego reagowania na różne typy sytuacji zagrożenia, tworzona jest klasyfikacja zagrożeń, podająca skalę zagrożenia powstającego w poszczególnych sytuacjach awaryjnych i potrzeby w zakresie powiadamiania

i aktywacji odpowiednich struktur organizacji reagowania kryzysowego.

Plan postępowania awaryjnego dla obiektu będącego potencjalnym źródłem zagrożenia radiacyjnego powinien zawierać:

- referencje lub opis branych pod uwagę sytuacji awaryjnych,
- klasyfikację zagrożeń,
- organizację, odpowiedzialności i kompetentne urzędy,
- sposoby powiadamiania i uruchamiania działań,
- sposoby komunikowania się,
- sposoby dokonywania ocen sytuacji awaryjnych i ich skutków,
- wytyczne co do środków ochronnych i współdziałania w zakresie działań interwencyjnych z organizacjami reagowania kryzysowego spoza obiektu,
- zasady ochrony personelu, udzielania pierwszej pomocy i transportu osób poszkodowanych do szpitali,
- sposoby działania w celu łagodzenia przebiegu i skutków awarii oraz zasady prowadzenia działań naprawczych,
- zasady ochrony przeciwpożarowej,
- dokumentację,
- wykaz urządzeń i wyposażenia,
- programy szkoleń i ćwiczeń,
- zasady informowania ludności,
- kryteria ogłoszenia zakończenia sytuacji zagrożenia,
- plan rozszerzenia i utrzymania odpowiedzialności, recenzowany i zatwierdzony przez organ dozoru jądrowego,
- harmonogramy szkoleń i ćwiczeń.

2.3. ORGANIZACJA REAGOWANIA NA TERENIE OBIEKTU W SYTUACJI ZAGROŻENIA RADIACYJNEGO

Organizacja reagowania kryzysowego na terenie obiektu określona jest w jego planie postępowania awaryjnego. Schemat organizacyjny obejmuje usytuowanie, zakres odpowiedzialności i uprawnienia. Usytuowanie ukierunkowuje wprowadzenie określonych zadań reagowania kryzysowego. Pewna określona, minimalna liczba osób spośród perso-

nelu dyżuruje stale w elektrowni, aby rozpocząć, w razie potrzeby, działania interwencyjne. Kilka powołanych przez organizację reagowania osób jest przygotowanych do zajęcia dowolnego stanowiska i wykonania określonych zadań.

Osoba uprawniona, znajdująca się w momencie awarii na terenie elektrowni, na przykład kierownik lub dyrektor zmiany, odpowiedzialna jest za podjęcie decyzji o ogłoszeniu sytuacji zagrożenia, uruchomienie działań interwencyjnych na terenie obiektu i powiadomienie odpowiednich organizacji reagowania kryzysowego spoza terenu obiektu. Dyrektor ds. Zagrożenia stoi na czele organizacji reagowania na terenie obiektu. Organizacja reagowania kryzysowego na terenie obiektu obejmuje zwykle operatorów sterowni reaktora, koniecznych dla prowadzenia wymaganych działań eksploatacyjnych i łagodzących przebieg awarii, personel obsługi i wsparcia technicznego centrum awaryjnego, personel remontowy i służby przeciwpożarowe, służby ochrony radiologicznej i monitoringu oraz pracowników ochrony. Dodatkowo, konieczni są łącznicy do komunikowania się z organizacjami spoza terenu elektrowni i personel dostarczający informacje do mediów.

2.4. URUCHAMIANIE DZIAŁAŃ I SYSTEMY KOMUNIKOWANIA SIĘ

Po rozpoznaniu sytuacji awaryjnej, ogłaszany jest stan zagrożenia. W zależności od klasy zagrożenia, osoba odpowiedzialna powiadamia niektóre lub wszystkie organizacje reagowania kryzysowego. Znajdujący się na terenie personel reagowania tworzy początkowy trzon organizacji, a osoby dyżurujące „pod telefonem” i pozostali, niezbędny personel jest wzywany do natychmiastowego przybycia i rozpoczęcia w pełni rozwiniętej akcji reagowania. Bezpośrednie rozmowy telefoniczne, automatyczne systemy wywoławcze lub pagery mogą być wykorzystane do informowania i powiadamiania odpowiednich ludzi i organizacji. Czas osiągnięcia pełnej zdolności reagowania winien być wcześniej testowany i na tej podstawie ustalany.

Ważną sprawą jest ustalenie metod powiadamiania i komunikowania się z organizacjami reagowania spoza terenu elektrowni. Jest sprawą szczególnej wagi dla odpowiedniego reagowania, aby treść pierwszego powiadomienia o awa-

rii była rozumiana jednoznacznie przez nadawcę i odbiorcę. W tym celu używany jest standardowy formularz powiadomienia. Wiadomości przekazywane są ustnie i na piśmie. Preferowane jest przekazywanie informacji na piśmie, zarówno dla uniknięcia rozbieżności interpretacyjnych jak i ze względów łatwiejszego ich dokumentowania. Tworzenie opisów treści przekazywanych informacji lub przechowywanie ich kopii znacznie usprawnia działanie systemu komunikacji. Dla prawidłowej koordynacji działania różnych struktur wewnętrznych i całości organizacji reagowania na i poza terenem obiektu, niezbędne są osoby odpowiedzialne za zapewnienie łączności i prawidłową pracę kanałów komunikacyjnych.

2.5. PRZYWRACANIE STANU BEZPIECZEŃSTWA ELEKTROWNI JĄDROWEJ I ŁAGODZENIE SKUTKÓW AWARII

Operatorzy sterowni reaktora mają do dyspozycji operacyjne procedury postępowania na wypadek zaistnienia awarii lub incydentów. Są wśród nich procedury opracowane na podstawie przewidywania warunków awaryjnych powstałych w wyniku niesprawności lub uszkodzeń, takich jak wyciek chłodziwa lub utrata zewnętrznego zasilania energią elektryczną. Dla sytuacji, których przyczyny są niejasne i dla poważnych awarii, zostały opracowane tak zwane „oparte na objawach” procedury operacyjne, pozwalające na kontrolowanie sytuacji. Podczas poważnych awarii powstają warunki, w których wystąpić może poważna degradacja, a nawet stopienie rdzenia reaktora. Chociaż powstanie takich sytuacji jest mało prawdopodobne, przewidziane jest zarządzanie sytuacją kryzysową w celu podjęcia przez personel eksploatacyjny odpowiedniej akcji dla przeciwdziałania dalszemu rozwojowi awarii i ograniczenia jej skutków. W wielu elektrowniach jądrowych czynione są specjalne przygotowania na wypadek poważnej awarii, takie jak filtrowane odpowietrzanie obudowy bezpieczeństwa, aby zapobiec katastrofalnemu uszkodzeniu obudowy wskutek gwałtownego spadku ciśnienia. Dodatkowo, wprowadzane są działania z wykorzystaniem wszelkich dostępnych sił i środków oraz tworzonych ad hoc, prowizorycznych syste-

mów, dla przywrócenia elektrowni do stanu kontrolowanego. Kładzie się również nacisk na działania mające na celu utrzymanie substancji promieniotwórczych w zamknięciu.

2.6. OCENA ROZWOJU ZAGROŻENIA

Ocena rozmiarów i dalszego rozwoju sytuacji zagrożenia jest podstawą sprawnego, rozpoczętego w odpowiednim momencie reagowania. Konieczne są informacje o stanie w jakim znajduje się elektrownia, ilościach i rodzaju substancji promieniotwórczych już uwolnionych do otoczenia lub możliwych do uwolnienia, sytuacji meteorologicznej i przewidywanym rozwoju wydarzeń wraz z ich chronometrażem oraz z uwzględnieniem niepewności. Informacje te są wymagane przez organizacje reagowania zarówno na, jak i poza terenem elektrowni. Dla działań prowadzonych na terenie obiektu potrzebne są bardziej szczegółowe informacje oraz pewne specyficzne dane techniczne i inne informacje konieczne dla diagnozy sytuacji. Dostępne dane są zbierane i przedstawiane w taki sposób, aby ułatwić zrozumienie najistotniejszych informacji. Oceny sytuacji zagrożenia są używane w zarządzaniu sytuacją kryzysową – do kontrolowania rozwoju awarii na terenie elektrowni. Dla organizacji reagowania spoza terenu elektrowni, oceny wykonane w obiekcie powinny umożliwić prognozowanie potencjalnego zagrożenia radiologicznego powstałego w wyniku rzeczywistego lub możliwego uwolnienia substancji promieniotwórczych do otoczenia. Dla potrzeb oceny sytuacji radiacyjnej, prowadzone są pomiary mocy dawki promieniowania gamma na terenie elektrowni i w jej bezpośrednim otoczeniu. Próbkę chłodziwa i próbki pobierane z wnętrza obudowy reaktora są analizowane w laboratorium, aby wykryć, jakie materiały promieniotwórcze zostały już uwolnione, lub będą uwolnione, bazując na ocenie dawek i biorąc pod uwagę bieżący i przewidywany stan elektrowni.

Potrzebne są systemy zbierania danych, aby dostarczać informacje konieczne dla wykonania oceny warunków panujących w elektrowni oraz sytuacji radiacyjnej w sterowni reaktora i centrach awaryjnych. Muszą być dokonane wcześniejsze przygotowania dla zapewnienia sprawnego przekazywania informacji do kompetent-

nych urzędów zewnętrznych, co umożliwi im wykonanie niezależnych ocen wykorzystywanych przy prowadzeniu działań interwencyjnych o zasięgu publicznym. Systemy przekazywania danych i osoby łącznikowe zapewniają wymianę informacji pomiędzy obiektem a odpowiednimi organizacjami zewnętrznymi, w tym organami dozoru jądrowego i innymi jednostkami kompetentnymi w zakresie wykonywania ocen.

2.7. OCHRONA PERSONELU

Zadaniem w zakresie ochrony radiologicznej na terenie elektrowni jest ograniczenie ryzyka napromieniowania pracowników w taki sposób, aby narażenia na promieniowanie, również w sytuacji awaryjnej, było na poziomie tak niskim jak jest to, w sposób rozsądny, możliwe. Specyficzne przygotowania na wypadek awarii są uwzględniane w planach postępowania awaryjnego dla określania i rejestrowania narażenia radiologicznego personelu, aby umożliwić odpowiednią, z punktu widzenia ochrony radiologicznej, ocenę i zaplanowanie działań interwencyjnych w trakcie trwania awarii. Przygotowania te obejmują ustalenie wartości limitów narażenia, autoryzację narażenia na poziomach wyższych niż obowiązujące podczas prowadzenia działalności w normalnych warunkach, zapewnienie odzieży ochronnej i odpowiedniego wyposażenia indywidualnego, tabletek ze stabilnym jodem, przyrządów dozymetrycznych i instrukcji roboczych. Systemy: kontroli osobistej, poszukiwawczy, ratownictwa i ewakuacji, dekontaminacji, pomocy medycznej i transportu osób poszkodowanych do punktów pomocy medycznej, powodują wzrost bezpieczeństwa osób podejmujących działania interwencyjne w celu ograniczenia uwolnień i ponownego przejęcia kontroli nad źródłem uwolnień.

2.8. INFORMACJA PUBLICZNA

Skuteczność reagowania w sytuacji awaryjnej zależy w dużej mierze od prawidłowego odbioru przez ludność charakteru zaistniałej sytuacji. Odbiór ten uzależniony jest od czasu pozyskiwania, wiarygodności i zgodności dostępnych informacji. Operator elektrowni przyczynia się do informowania ludności zgodnie z zawartym

w planie postępowania awaryjnego programem. Wykorzystywane mogą być doniesienia prasowe, konferencje organizowane dla mediów i inne sposoby przekazywania ludności podstawowych informacji. Dobre skoordynowanie działań w celu zapewnienia jednolitości informacji może być osiągnięte, na przykład, poprzez dystrybucję doniesień prasowych wśród innych, alternatywnych źródeł informacji, organizowanie wspólnych konferencji prasowych razem z kompetentnymi organizacjami spoza terenu elektrowni, etc.

2.9. URZĄDZENIA I SPRZĘT UŻYWANY W SYTUACJACH ZAGROŻENIA RADIACYJNEGO

Na wypadek zagrożenia, koniecznym jest aby potrzebne obiekty, urządzenia i wyposażenie były dostępne natychmiast, na zasadzie stałej gotowości, dla wsparcia planowanych działań interwencyjnych. Sterownie, centra awaryjne, miejsca zbiórek, laboratoria i inne obiekty, których użycie jest planowane w trakcie awarii, muszą spełniać warunek możliwości przebywania w nich w warunkach awaryjnych lub muszą zostać zapewnione obiekty rezerwowe. Muszą istnieć stałe systemy reagowania awaryjnego, takie jak system monitoringu radiacyjnego, poboru próbek, przeciwpożarowy, pomiarów meteorologicznych, przekazywania danych i komunikowania się. Wyposażenie przenośne obejmuje sprzęt monitoringu radiacyjnego, dozymetryczny, ochrony osobistej, pierwszej pomocy, łączności, przeciwpożarowy, etc.

2.10. SZKOLENIA I UDZIAŁ W ĆWICZENIACH

Prawidłowy program szkolenia jest wymagany do utworzenia i utrzymania zdolności organizacji reagowania awaryjnego do prowadzenia działań interwencyjnych, zgodnie z planami postępowania awaryjnego. Wykłady, odczyty i organizowane w małej skali ćwiczenia, poprawiają, związane z planowanymi zadaniami umiejętności oraz zwiększają wiedzę uczestników. Mogą one dotyczyć procedur postępowania awaryjnego lub użytkowania wyposażenia i systemów, takich jak przyrządy monitoringu radiacyjnego, systemy do powaryjnego poboru próbek, wyposażenie do pomia-

rów laboratoryjnych, w tym do analiz próbek, systemy do powiadamiania i organizowania zbiorów personelu, pierwszej pomocy i transportu skażonych osób, powiadamiania i komunikowania się z organizacjami spoza terenu obiektu i wykorzystania systemów gromadzenia danych do wykonywania ocen zagrożenia w sytuacjach awaryjnych.

Szczególny nacisk należy położyć na zapewnienie szkolenia dla tych organizacji spoza obiektu, które mogłyby być wezwane na teren obiektu w sytuacji awaryjnej, aby ich członkowie zapoznali się z lokalnymi warunkami na terenie obiektu oraz dla ustalenia zasad współdziałania. Mogą to być strażacy, policjanci, załogi karetek pogotowia, etc.

Wspólne ćwiczenia są zwykle organizowane raz do roku dla sprawdzenia podstawowych działań reagowania na terenie obiektu oraz przetestowania współdziałania z jednostkami zewnętrznymi. Ćwiczenia te koncentrują się na kooperacji i koordynacji działań pomiędzy różnymi częściami całej, krajowej organizacji reagowania. Podczas tych wspólnych ćwiczeń, sprawdzana jest ogólna zdolność do reagowania w przewidzianym czasie, wykonywania ocen sytuacji i formułowania wytycznych zgodnie ze scenariuszem ćwiczeń, jak również testowana jest współpraca i kanały porozumiewania się z organizacjami zewnętrznymi.

Ćwiczenia i testy są użytecznymi środkami zapewniającymi utrzymanie gotowości reagowania i wpływającymi na ulepszanie planów postępowania awaryjnego i przygotowań na wypadek awarii. Systematyczne dokumentowanie wniosków wynikających z ćwiczeń będzie następnie ułatwiał wprowadzanie kolejnych modyfikacji i ulepszeń.

2.11. BIBLIOGRAFIA

1. Preparedness of the Operating Organisation (Licensee) for Emergencies at Nuclear Power Plants, Safety Series No. 50-SG-06, IAEA (1982).
2. Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions During a Reactor Accident, IAEA-TEC-DOC-955.(1997)
3. Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants, Safety Series No. 75-INSAG-3, IAEA, Vienna (1988).
4. OSART Guidelines, IAEA-TECDOC-744, IAEA, Vienna (1994).

3. PRZEGLĄD PRZYGOTOWAŃ POZA TERENEM OBIEKTU, NA WYPADEK ZAGROŻENIA RADIACYJNEGO

Cele

Przedstawienie ogólnych zasad planowania awaryjnego poza terenem obiektu, określenie różnych poziomów, obszarów i stref planowania, kategorii planowania dla różnych rodzajów zastosowań i działalności, opisanie odpowiedzialności rozmaitych organizacji uczestniczących w planowaniu awaryjnym, zaznajomienie uczestników z międzynarodowymi wytycznymi, dotyczącymi kryteriów interwencji.

Wykład zajmuje się ogólnymi aspektami, które powinny być wzięte pod uwagę podczas planowania awaryjnego na wypadek zagrożenia spowodowanego awarią elektrowni jądrowej lub innego zagrożenia radiacyjnego. Wykład opisuje międzynarodowe wytyczne, które powinny być uwzględnione podczas opracowywania lub uaktualniania krajowego planu postępowania awaryjnego. Podane są definicje różnych poziomów i obszarów planowania, jak również poziomów interwencyjnych i poziomów działania.

Zawartość

- Konieczność posiadania planów postępowania awaryjnego.
- Koncepcja planowania zintegrowanego.
- Koncepcja obszarów i stref planowania awaryjnego.
- Kategorie planowania awaryjnego.
- Przydzielanie odpowiedzialności.
- Określone z góry kryteria interwencji.
- Wiedza wyniesiona z dotychczasowych awarii.

Główne odnośniki literaturowe

1. Methods for the Development of Emergency Response Preparedness for Nuclear or Radiological Accidents, IAEA-TECDOC-953, Vienna (1997).
2. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, IAEA Safety Series No.115, Vienna, 1994.

3. Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions during a Reactor Accident, IAEA-TECDOC-955, Vienna (1997).
4. Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency, IAEA Safety Series No. 109, Vienna, 1994.

3.1. WSTĘP

Sprawą pierwszoplanową w sytuacji zagrożenia radiologicznego, wywołanej awarią elektrowni jądrowej, jest ochrona ludności i pracowników obiektu przed szkodliwym wpływem promieniowania jonizującego. Skuteczność zastosowanych środków ochronnych będzie silnie zależna od prawidłowości przygotowanych wcześniej planów postępowania awaryjnego. Wcześniejsze planowanie reagowania kryzysowego jest konieczne również dlatego, ponieważ podczas poważnej awarii współdziałają ze sobą, na różnych szczeblach, różne – poza operatorem elektrowni – organizacje, uczestnicząc w działaniach interwencyjnych, jak również dlatego, że konwencje międzynarodowe wymagają niezwłocznego powiadamiania i ciągłego dostarczania dalszych informacji o rozwoju awarii.

Awaria związana z uwolnieniem do środowiska substancji promieniotwórczych może wydarzyć się w elektrowni jądrowej, statku lub okręcie podwodnym z napędem jądrowym, jądrowym reaktorze badawczym lub szkoleniowym, urządzeniu cyklu paliwowego, zakładzie lub urządzeniu użytkującym źródła promieniotwórcze lub podczas transportu materiałów promieniotwórczych. Także upadek satelity z zasilaniem jądrowym lub akt terrorystyczny może spowodować sytuację, w której wymagane będzie natychmiastowe wprowadzenie działań ochronnych. Skutki radiologiczne awarii będą specyficzne dla każdego typu wydarzenia, zarówno co do właściwości fizycznych jak i co do stopnia. Dlatego też jest mało prawdopodobna, wyjątkowa, jedna sekwencja awaryjna na podstawie której można byłoby opracować uniwersalne plany awaryjne. Z powodu politycznych i kulturowych różnic, niemożliwe jest wprowadzenie jednego, wspólnego modelu planowania awaryjnego we wszystkich krajach. Jednakże, uzasadniona jest próba sformułowania ogólnych ram planowania awaryjnego w celu określenia wspólnych

cech wszystkich planów postępowania awaryjnego i zdefiniowania pewnych zasad, które byłyby rozumiane w ten sam sposób w każdym kraju. Wykład ten poświęcony jest generalnym aspektom planowania awaryjnego, które mogą być zaakceptowane na poziomie międzynarodowym.

3.2. PODSTAWOWA STRUKTURA PRZYGOTOWAŃ NA WYPADEK ZAGROŻENIA RADIACYJNEGO POZA TERENEM OBIEKTU

Podstawowa idea przygotowań na wypadek zagrożenia radiologicznego polega na założeniu, że licencjobiorca i wszystkie organizacje reagowania są tak dobrze przygotowane do łagodzenia skutków awarii, że zapobiegą powstaniu poważnych, deterministycznych skutków zdrowotnych oraz zredukują prawdopodobieństwo wystąpienia skutków stochastycznych do poziomu tak niskiego, jak jest to, w sposób rozsądny osiągalne. Aby osiągnąć ten cel, licencjobiorca powinien być w stanie zmniejszyć ryzyko lub złagodzić skutki awarii u źródła (na terenie obiektu), a organizacje reagowania spoza obiektu, powinny być zdolne do prowadzenia działań ochronnych tak efektywnie, jak jest to możliwe. Wymaga to uprzedniego przygotowania dobrych planów postępowania awaryjnego na wszystkich szczeblach.

Skuteczne reagowanie kryzysowe wymaga wzajemnie wspierającego się i zintegrowanego planowania awaryjnego na trzech poziomach:

Poziom użytkownika lub obiektu:

Załoga obiektu lub personel użytkujący materiał promieniotwórczy, podczas awarii są odpowiedzialni za:

- natychmiastowe podjęcie działań dla złagodzenia przebiegu awarii,
- chronienie ludzi znajdujących się na miejscu awarii (teren obiektu),
- powiadomienie odpowiednich organizacji spoza terenu obiektu,
- przedstawienie decydomentom spoza obiektu rekomendacji co do działań ochronnych i pomocy technicznej.

Poziom terenu poza obiektem:

Organizacje spoza obiektu są normalnie dzielone na organizacje szczebla *lokalnego* i *krajo-*

wego lub *regionalnego*. Organizacje szczebla lokalnego są rządowymi i wspierającymi agencjami i służbami, obejmującymi policję, straż pożarną, obronę cywilną i służbę medyczną, odpowiedzialnymi za:

- zapewnienie natychmiastowego wsparcia dla użytkownika obiektu lub materiału promieniotwórczego,
- wprowadzenie bezzwłocznych działań mających na celu ochronę ludności w bezpośrednim otoczeniu miejsca awarii,
- prowadzenie monitoringu radiacyjnego środowiska.

Krajowe lub regionalne organizacje są rządowymi agencjami odpowiedzialnymi za:

- zapewnienie wsparcia lokalnym decydomentom,
- prowadzenie długookresowych działań ochronnych,
- prowadzenie monitoringu radiacyjnego środowiska.

Poziom międzynarodowy:

Do tego poziomu należą organizacje odpowiedzialne za powiadamianie oraz zapewnianie pomocy na szczeblu międzynarodowym. Dotyczy to wypełniania zobowiązań wynikających z międzynarodowej (MAEA) „Konwencji o wczesnym powiadamianiu o awarii jądrowej” i „Konwencji o wzajemnej pomocy na wypadek zagrożenia jądrowego lub radiologicznego”, a w przypadku gdy awaria ma miejsce w kraju należącym do Wspólnot Europejskich, Decyzji Rady o „Przygotowaniu Wspólnot do wczesnej wymiany informacji w przypadku zagrożenia radiologicznego”. Jedną z organizacji rządowych w każdym z krajów jest desygnowana jako odpowiedzialna za powiadamianie. Organizacje międzynarodowe, takie jak Departament Pomocy Humanitarnej Narodów Zjednoczonych (UNDHA) i Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) mogą zapewnić techniczną, humanitarną lub medyczną pomoc w przypadku awarii.

Każdy kraj powinien posiadać własny, krajowy plan postępowania awaryjnego na wypadek zagrożenia radiacyjnego. Na niższych szczeblach, powinny również być opracowane odpowiednie plany (w Polsce plany wojewódzkie i zakładowe) i szczegółowe procedury postępowania awaryjnego w jednostkach organizacyjnych,

wchodzących w skład krajowego systemu reagowania kryzysowego. Licencjobiorca powinien opracować zakładowy plan postępowania awaryjnego (dla zakładu będącego obiektem jądrowym – plan postępowania awaryjnego dla obiektu) i szczegółowe procedury postępowania dla składowych komórek organizacyjnych i poszczególnych, ważniejszych stanowisk pracy. Od czasu do czasu, wszystkie plany i procedury powinny być testowane i aktualizowane.

3.3. KATEGORIE I OBSZARY PLANOWANIA

Aby móc opracować plany postępowania awaryjnego i procedury dla terenu obiektu i poza obiektem, każde źródło potencjalnego zagrożenia radiologicznego powinno zostać sklasyfikowane, a także powinny być wykonane analizy ryzyka i oceny skutków możliwych awarii. Powstały międzynarodowe wytyczne (IAEA-TEC-DOC-953), które podają klasyfikację obiektów i obszarów w pięciu kategoriach, od dużych reaktorów jądrowych, magazynów wypalonego paliwa lub innych materiałów promieniotwórczych, do obszarów, gdzie w wyniku awarii poza granicami kraju, jedynymi rozważanymi środkami ochronnymi są ograniczenia w konsumpcji niektórych rodzajów żywności (Tabela 1). Im poważniejsze są przewidywane skutki awarii poza terenem obiektu, tym ostrzejszy jest zestaw wymagań stawianych planowaniu awaryjnemu.

Obiekty zaliczone do kategorii I i II mają potencjalne możliwości uwolnienia substancji promieniotwórczych w takich ilościach, że otrzymane poza terenem obiektu dawki przekraczają wartości podstawowych poziomów interwencyjnych (GIL). Dla tych obiektów, planowanie awaryjne może być dyskutowane w kategoriach trzech stref planowania awaryjnego (ma to wpływ na zawartość planu awaryjnego):

Strefa działań zaradczych (ang. Precautionary action zone – PAZ):

- Wstępnie określona strefa wokół obiektu, gdzie pilne działania ochronne będą implementowane natychmiast po ogłoszeniu stanu powszechnego zagrożenia. Celem jest znaczące zredukowanie ryzyka powstania deterministycznych skutków dla zdrowia poprzez wprowadzenie działań ochronnych przed rozpoczęciem uwolnienia. Strefa ta obejmuje obszar o promieniu kilku kilometrów od obiektu.

Strefa planowania pilnych działań ochronnych (ang. Urgent protective action planning zone – UPZ):

- Wstępnie określona strefa wokół obiektu, gdzie czynione są przygotowania do szybkiego wprowadzenia pilnych działań ochronnych w oparciu o wyniki uzyskiwane z pomiarów wykonywanych w ramach monitoringu środowiska. Strefa ta może rozciągać

Tabela 1. Kategorie planowania awaryjnego zdefiniowane przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej(MAEA)

Kategoria	Opis zakresu zastosowania kategorii
I	Obiekty z potencjalną możliwością uwolnienia bardzo dużych ilości substancji promieniotwórczych do otoczenia i co za tym idzie spowodowania poważnych, deterministycznych skutków zdrowotnych poza terenem obiektu. Wymagają planowania awaryjnego poza terenem obiektu, przez władze różnych szczebli, aby umożliwić szybkie reagowanie na wypadek awarii w obiekcie.
II	Obiekty z potencjalną możliwością uwolnień, w wyniku których, poza terenem obiektu, wartości dawek będą wyższe od wartości poziomów interwencyjnych, ale nie spowodują znaczących, zdrowotnych skutków deterministycznych wśród ludności. Wymagają planowania awaryjnego poza terenem obiektu, na wypadek awarii w obiekcie.
III	Obiekty bez znaczącego ryzyka poza terenem, ale z potencjalną możliwością powstania, w wyniku ich awarii, zdrowotnych skutków deterministycznych wśród personelu obiektu. Do planowania zobligowane są głównie służby przeciwpożarowe i ratownicze, policja i służby medyczne.
IV	Obszary o małym lub nieznanym stopniu zagrożenia.
V	Obszary dla których, w wyniku awarii, istnieje niewielkie prawdopodobieństwo potrzeby wprowadzenia działań ochronnych związanych z ograniczeniami konsumpcji niektórych rodzajów żywności.

się na obszarze do kilkudziesięciu kilometrów od obiektu.

Strefa planowania długoterminowych działań ochronnych (ang. *Longer-term protective action planning zone – LPZ*):

- Wstępnie określona strefa wokół obiektu, obejmująca znaczny obszar, a w tym strefę planowania pilnych działań ochronnych (UPZ). Dla strefy tej, przygotowania do wprowadzenia działań ochronnych dla zredukowania dawek długoterminowych powinny być poczynione zawczasu. Obszar objęty tą strefą może rozciągać się do kilkuset kilometrów od obiektu.

Ponieważ strefy planowania awaryjnego nie muszą kończyć się na granicach państwa, lokalne organizacje reagowania awaryjnego spoza obiektu mogą mieć w swoim składzie przedstawicieli odpowiednich organizacji z państw sąsiednich.

3.4. OKREŚLONE Z GÓRY KRYTERIA INTERWENCJI

W fazie planowania awaryjnego, konieczne jest wykonanie analiz ryzyka i skutków awarii dla określenia różnych, istotnych punktów planów i procedur awaryjnych. Jest również użyteczne określenie zawczasu podstawowych poziomów narażenia, przy których powinny być wprowadzone pewne działania ochronne. Aby móc zdefiniować takie podstawowe poziomy działań interwencyjnych, w oparciu o analizy obliczeniowe podstawowych scenariuszy awaryjnych, powinna być wykonana ogólna optymalizacja działań ochronnych.

W ciągu ostatnich kilku lat, włożony został duży wysiłek organizacji międzynarodowych, dla określenia podstawowych poziomów interwencyjnych (GIL) i podstawowych poziomów działań (GAL). Wytyczne międzynarodowe specyfikują podstawowe poziomy interwencyjne, przy których pilne, długoterminowe działania ochronne mogą być podejmowane dla ochrony ludności oraz podstawowe poziomy działań, przy których wprowadzana byłaby kontrola żywności. Poziomy interwencyjne są wartościami dawek do uniknięcia, to jest dawek, których

otrzymania można byłoby uniknąć poprzez podjęcie pewnych działań ochronnych. Poziomy działań, z drugiej strony, są wartościami stężeń radionuklidów w produktach żywnościowych.

Oba wyżej wspomniane poziomy nie są przeznaczone do bezpośredniego wykorzystania podczas trwania awarii ponieważ nie są one wielkościami, które można by zmierzyć bezpośrednio w terenie i nie są one adresowane do żadnej konkretnej sytuacji awaryjnej. Zamiast tego, powinny one być użyte, jako podstawa do określenia, w ramach planowania awaryjnego, wartości operacyjnych poziomów interwencyjnych (OIL) i innych kryteriów, które mogą być bezpośrednio i łatwo zmierzone, i na podstawie których mogą być szybko wprowadzone konieczne działania ochronne. Podczas rzeczywistej sytuacji awaryjnej, specyficzne dla danej awarii, operacyjne poziomy interwencyjne powinny być wprowadzone, o ile jest to możliwe.

Sformułowane zostały międzynarodowe rekomendacje dotyczące wartości podstawowych poziomów interwencyjnych dla pozostawania ludności w pomieszczeniach zamkniętych, ewakuacji, profilaktyki jodowej, czasowego przesiedlenia i wysiedlenia. Podane zostały również rekomendacje dotyczące wartości podstawowych poziomów działania dla żywności (patrz poz. 1 Bibliografii).

3.5. BIBLIOGRAFIA

1. Methods for the Development of Emergency Response Preparedness for Nuclear or Radiological Accidents, IAEA-TECDOC-953, 1997.
2. Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency, ICRP Publication 63, Annals of the ICRP, 22, No. 4, 1991.
3. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, IAEA Safety Series No.115, 1994.
4. Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency, IAEA Safety Series No. 109, 1994.
5. Community Arrangements for the Early Exchange of Information in the Event of a Radiological Emergency, Council Decision 87/600/EURATOM of 14 December 1987.

4. URZĄDZENIA I SPRZĘT W PRZYGOTOWANIACH POZA TERENEM OBIEKTU NA WYPADEK ZAGROŻENIA RADIACYJNEGO

Cele

Zapoznanie uczestników z zasadami efektywnego planowania awaryjnego i wykorzystania przez krajowe organizacje reagowania kryzysowego urządzeń i sprzętu, jak również podanie pewnych aspektów przeprowadzania ocen i prognoz rozwoju sytuacji awaryjnych. Materiał wykładu może być również wykorzystany do przygotowywania pewnych fragmentów planów postępowania awaryjnego dla terenu poza obiektem lub do oceny odpowiednich elementów istniejących już planów. Organizacja przygotowań na wypadek awarii jest różna w różnych krajach.

Zawartość

- Wstęp.
- Urządzenia.
- Sprzęt.

Główne odnośniki literaturowe

Preparedness of Public Authorities for Emergencies at Nuclear Power Plants, IAEA Safety Series No 50-56-G6, 1982

Method for the Development of Emergency Response Preparedness for Nuclear or Radiological Accidents, IAEA-TECDOC-953, 1997

4.1. WSTĘP

W przypadku zagrożenia radiacyjnego lub jądrowego, personel wchodzący w skład organizacji reagowania powinien być w pełni kompetentny w zakresie wykonywanych zadań we wszystkich, możliwych do przewidzenia warunkach.

Poniższa lista podaje przykłady obowiązków, do wykonania których konieczny jest personel reagowania awaryjnego:

(1) W centrum zarządzania kryzysowego (patrz punkt 4.2)

- (a) Kierowanie wszelkimi działaniami poza terenem obiektu (Dyrektor ds. Zarządzania Kryzysowego i jego zastępcy).

- (b) Doradcy w zakresie bezpieczeństwa jądrowego o statusie ekspertów.
- (c) Doradcy w zakresie ochrony radiologicznej o statusie ekspertów.
- (d) Wykonywanie analiz obliczeniowych, obrazowanie i rejestrowanie radiometrycznych danych pomiarowych.
- (e) Rejestrowanie wydarzeń, przyjmowanie i wysyłanie wiadomości, etc.
- (f) Komunikacja (operatorzy – radiotelefoniści).

(2) Awaryjny monitorig radiacyjny

- (a) Wstępne oceny.
- (b) Szczegółowe analizy i oceny, pobór próbek, etc.
- (c) Analizy próbek i rejestracja wyników.

(3) Doradztwo i wytyczne dla ludności

- (a) Ostrzeganie, alarmowanie i instruowanie.
- (b) Wprowadzenie nakazu pozostawania ludności w domu.
- (c) Aranżacja wykorzystywania ukryć.
- (d) Organizacja ewakuacji.
- (e) Kontrola dostępu do miejsca awarii, skażonych obszarów oraz do centrum zarządzania kryzysowego.
- (f) Kontrola produktów rolnych, innej żywności i wody pitnej, etc.
- (g) Informacja publiczna.

(4) Opieka zdrowotna i pomoc medyczna

- (a) Kontrola napromieniowania i skażeń ludzi, po zidentyfikowaniu poszkodowanych – dalsza pomoc medyczna.
- (b) Centra opieki i żywienia osób ewakuowanych.
- (c) Opieka medyczna, włączając ofiary nieszczęśliwych wypadków.
- (d) Zewnętrzna dekontaminacja.
- (e) Wewnętrzna dekontaminacja.
- (f) Dystrybucja tabletek ze stabilnym jodem.

4.2. URZĄDZENIA

Urządzenia (w tym obiekty) wykorzystywane w sytuacji zagrożenia radiacyjnego powinny być tak rozlokowane, aby prawdopodobieństwo ich skażenia w wyniku awarii elektrowni jądrowej było niewielkie.

- **Centrum zarządzania kryzysowego**

Centrum zarządzania kryzysowego powinno stanowić przygotowane zawczasu pomieszczenie lub system pomieszczeń z którego osoba odpowiedzialna za wprowadzenie w życie krajowego planu postępowania awaryjnego mogłaby zarządzać sytuacją kryzysową. Wielkość i sposób urządzenia centrum powinny zapewniać pomieszczenie w nim bez tłoku tych wszystkich osób, których obowiązki obligują do przebywania w centrum. Ważne jest wyodrębnienie w centrum miejsca lub pomieszczenia dla potrzeb komunikacyjnych. W pomieszczeniu komunikacyjnym powinny być wysyłane i odbierane wiadomości z wykorzystaniem nowoczesnych urządzeń komunikacyjnych. Powinien być w nim również zainstalowany dodatkowy sprzęt do efektywnej regulacji przepływu wchodzących i wychodzących informacji.

Jeśli zachodzi możliwość, że wpływ awarii spowodować może zagrożenie radiacyjne na terenie centrum, takie, że korzystanie z niego stanie się niemożliwe, należy przewidzieć zawczasu centrum zapasowe, zlokalizowane w taki sposób aby wykluczyć możliwość szkodliwego wpływu awarii.

- **Laboratorium radiologiczne**

Na wypadek awarii wymagane będzie laboratorium radiologiczne. Preferowane jest posiadanie laboratorium na terenie obiektu, gdzie dostarczane będą próbki środowiskowe i gdzie będą one mierzone dla oceny stopnia skażenia środowiska. Laboratorium powinno być tak wyposażone, aby umożliwić pomiary próbek z wykorzystaniem bardziej zaawansowanych technik pomiarowych niż techniki wykorzystywane przez terenowe zespoły pomiarowe. W pewnych warunkach korzystne jest posiadanie ruchomego laboratorium radiometrycznego.

- **Centrum przyjmowania osób ewakuowanych**

Potrzebne jest wyznaczenie zawczasu centrum lub centrów, zlokalizowanych w bezpiecznych miejscach, gdzie ewakuowana ludność mogłaby otrzymywać żywność i mieszkanie, jeśli ewakuacja stanie się konieczna. Lokalne szkoły, ośrodki społeczne, sale seminaryjne, etc., mogą zapewnić warunki odpowiednie dla przyjmowania ewakuowanych.

- **Centrum informacji publicznej**

W celu dostarczenia do ludności i do mediów bieżących informacji o rozwoju sytuacji, należy przewidzieć istnienie centrum informacji publicznej, zlokalizowanego w bezpiecznym miejscu, w pobliżu centrum zarządzania kryzysowego.

- **Miejsca szpitalne dla osób skażonych i napromieniowanych**

Należy zabezpieczyć, na wypadek awarii, odpowiednią liczbę łóżek szpitalnych, w jednym lub większej liczbie szpitali, zlokalizowanych w pobliżu obiektu. Umożliwi to przyjęcie, w razie potrzeby, osób poszkodowanych w wyniku awarii, w celu udzielenia doraźnej pomocy medycznej i ewentualnie dalszego leczenia. Przy odpowiednim, wcześniejszym zaplanowaniu, pomoc medyczna dla osób podejrzanych o otrzymanie zwiększonych dawek może być prowadzona przez większość szpitali. Jednakże, leczenie przypadków ciężkiego napromieniowania lub wysokich skażeń wewnętrznych wymaga posiadania specjalistycznego wyposażenia, które może nie być dostępne lokalnie, a nawet na szczeblu kraju. Przygotowania do udzielania pomocy medycznej dla osób poszkodowanych w wyniku awarii powinny być częścią planowania awaryjnego. Personel medyczny powinien być szkoleny w zakresie udzielania pomocy osobom skażonym.

4.3. SPRZĘT

Należy przewidzieć odpowiednie wyposażenie, zapewniające skuteczne wykonanie wszystkich planowanych działań interwencyjnych. Całość wyposażenia awaryjnego powinna być okresowo sprawdzana i konserwowana w celu zapewnienia stałej gotowości do użycia. Wyposażenie powinno być przechowywane w taki sposób, aby zapewnić do niego szybki dostęp. Dotyczy to, w szczególności, przyrządów do indywidualnego monitoringu radiacyjnego. Przykłady wyposażenia awaryjnego podane są w dalszej części wykładu.

- **Wyposażenie centrum zarządzania kryzysowego**

Sprzęt komunikacyjny, mapy, diagramy planów awaryjnych, rzutniki i monitory ekranowe,

przyrządy monitoringu radiacyjnego, materiały biurowe, umeblowanie, żywność i napoje, zasilanie energią elektryczną.

Posiadanie przezroczystych, plastikowych arkuszy folii nakładanych na mapy, jest użyteczne dla obrazowania na mapie wyników pomiarów radiometrycznych, w miarę ich napływania. Zestaw typowych wzorów rozkładów skażeń (znormalizowanych w zależności od szybkości uwalniania i prędkości wiatru), obrazujących rozkłady skażeń dla sześciu głównych kategorii stabilności meteorologicznej wg Pasquilla-Gifforda (patrz: Safety Guide on Atmospheric Dispersion in Nuclear Power Plant Siting. IAEA Safety Series No 50-SG-S3) można również wydrukować na wspomnianych arkuszach folii i używać wraz z mapami o tej samej skali.

- **Ruchome zespoły pomiarowe**

Pojazdy, wyposażenie do komunikacji radiowej, przyrządy monitoringu radiacyjnego, instrukcje procedur awaryjnych, mapy, odzież ochronna, dozymetry osobiste, tabletki ze stabilnym jodem dla członków zespołu pomiarowego i dla ludności, materiały biurowe i latarki.

- **Wyposażenie centrum przyjmowania osób ewakuowanych**

Żywność i napoje, odzież, miejsca do spania, umeblowanie, plan awaryjny, materiały piśmienne, telefon, przenośne przyrządy monitoringu osobistego, sanitariaty i urządzenia do mycia i kąpieli, środki pierwszej pomocy i tabletki ze stabilnym jodem.

- **Wyposażenie centrum informacji publicznej**

Telefony, plan awaryjny, materiały biurowe, umeblowanie.

- **Wyposażenie laboratorium radiologicznego**

Pojemniki na zebrane próbki, wyposażenie do przygotowywania próbek, spektrometr gam-

ma, liczniki alfa i beta, materiały piśmienne, wyposażenie biurowe, telefon, instrukcje awaryjne, urządzenia kontrolne na granicy obszaru „czystego” i „brudnego”.

- **Wyposażenie zespołów pomiarowych i poboru próbek**

1. Dla pomiarów mocy dawki: przenośne dozymetry promieniowania gamma
 - a. Początkowy zakres pomiarowy: 10^{-6} -1Gy/h (10^{-4} - 10^{-2} rad/h).
 - b. Pełny zakres pomiarowy: 5×10^{-8} -2Gy/h (5×10^{-6} - 2×10^{-2} rad/h).
2. Pomiary dawek indywidualnych personelu: dozymetry osobiste z wizualnym odczytem dawki: zakresy 0-50 mSv (0-5 rem) i 0.05-1 Sv (5-100 rem)
3. Promieniotwórczość aerozoli atmosferycznych i stężenia promieniotwórczych izotopów jodu:
 - a. Przenośne urządzenia poboru powietrza: szybkość przepływu 30l/min.
 - b. Detektory beta/gamma w osłonach i mierniki mocy dawki.
 - c. Filtry: papierowe lub zagęszczane.
4. Do prostej oceny zawartości izotopów jodu w mleku: detektory wodoszczelne (próbki) i mierniki mocy dawki
5. Sprzęt ochronny dla personelu

- **Wyposażenie szpitali przyjmujących osoby napromieniowane i skażone**

Urządzenia do dekontaminacji personelu. Urządzenia do dekontaminacji skażonej odzieży. Kapcie ochronne na buty. Znaki ostrzegawcze i etykiety doczepne. Osłony przed promieniowaniem. Przyrządy do pomiarów skażeń powierzchniowych. Przyrządy do pomiaru mocy dawki. Pojemnik na odpady promieniotwórcze.

NOTATKI