

	PLAN ZARZĄDZANIA KRYZYSOWEGO M.ST. WARSZAWY
	I. PLAN GŁÓWNY
	ROZDZIAŁ 1. CHARAKTERYSTYKA ZAGROŻEŃ, OCENA RYZYKA, MAPY RYZYKA I ZAGROŻEŃ 2. Identyfikacja i charakterystyka zagrożeń 2) Zagrożenia spowodowane rozwojem technologicznym a) Zagrożenia radiacyjne

Tabela 6. Zagrożenia radiacyjne - charakterystyka zagrożenia, ocena ryzyka jego wystąpienia wraz z opisem mapy ryzyka

1. Katalog zagrożeń	Zagrożenia radiacyjne
2. Prawdopodobny zasięg zagrożenia	Bemowo, Białołęka, Bielany, Mokotów, Ochota, Praga-Południe, Praga-Północ, Rembertów, Śródmieście, Targówek, Ursus, Ursynów, Wawer, Wesoła, Wilanów, Włochy, Wola, Żoliborz
3. Skutki wystąpienia zagrożenia	duże
4. Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia	rzadkie
Ocena ryzyka - Akceptacja ryzyka	ryzyko tolerowane
Mapa ryzyka - opis	
Życie i zdrowie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Duża liczba osób hospitalizowanych (dot. zdrowia fizycznego jak i psychicznego), wiele osób przemieszczonych (więcej niż na 24 godziny). 2. Ofiary śmiertelne. 3. Potrzeba szczególnych zasobów do pomocy ludziom i do usuwania zniszczeń.
Mienie i infrastruktura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Społeczność częściowo nie funkcjonująca, niektóre służby są nieosiągalne. 2. Duże straty finansowe. 3. Potrzebna pomoc z zewnątrz.
Środowisko	Długotrwałe efekty w środowisku naturalnym.

Obecna sytuacja radiacyjna w Polsce

(na podstawie danych z Państwowej Agencji Atomistyki)

Zgodnie z art. 72 ustawy Prawo atomowe¹ Prezes Państwowej Agencji Atomistyki (za pomocą Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych CEZAR) dokonuje systematycznej oceny sytuacji radiacyjnej w kraju. Prowadzony stały monitoring mocy dawki promieniowania gamma oraz pomiarów zawartości izotopów promieniotwórczych w środowisku i produktach spożywczych pozwala na bieżące śledzenie sytuacji radiacyjnej oraz wczesne wykrycie potencjalnych zagrożeń w razie wystąpienia zdarzenia radiacyjnego.

W roku 2021 nie zarejestrowano żadnego zdarzenia radiacyjnego na terenie Polski, a zdarzenia zarejestrowane poza granicami kraju nie miały wpływu na środowisko, zdrowie i życie mieszkańców m.st. Warszawy.

Poziom promieniowania gamma w Polsce oraz w otoczeniu ośrodka jądrowego w Świerku w 2021 r. nie odbiegał od poziomu z lat ubiegłych - wartości mocy przestrzennego równoważnika dawki, uwzględniające promieniowanie kosmiczne oraz promieniowanie pochodzące od radionuklidów zawartych w podłożu (składowa ziemska) wskazały, że średnie dobowe wartości w Warszawie wahały się w granicach od 87 do 111 nSv/h, przy średniej rocznej wynoszącej 91 nSv/h.

Stężenie naturalnych radionuklidów w środowisku utrzymuje się na podobnym poziomie w ciągu ostatnich kilkunastu lat. Natomiast stężenie izotopów sztucznych (gł. Cs-137), których źródłem była przede wszystkim awaria reaktora w Czarnobylu oraz wcześniejsze próby z bronią jądrową, sukcesywnie maleje, zgodnie z naturalnym procesem rozpadu promieniotwórczego. Stwierdzone zawartości radionuklidów nie stwarzają zagrożenia radiacyjnego dla ludzi i środowiska w Polsce.

Zawartość izotopu cezu Cs-137 w powietrzu i w mleku stanowi podstawowy wskaźnik reprezentujący skażenie promieniotwórcze materiałów środowiskowych oraz artykułów spożywczych sztucznymi izotopami promieniotwórczymi (stanowiąc istotny wskaźnik oceny narażenia radiacyjnego drogą pokarmową).

Tabela 7. Wyniki pomiarów mocy dawki i zawartości izotopu Cs-137 w powietrzu i mleku, uzyskane ze stacji i placówek wykonujących pomiary skażeń promieniotwórczych za 2022 rok.

	I kwartał	II kwartał	III kwartał
Cs-137 w mleku [Bq/dm³]	0,22 – 1,39 (średnio 0,83)	0,14 – 2,96 (średnio 0,79)	0,24 – 2,77 (średnio 0,83)
Cs-137 w powietrzu [μBq/m³]	0,11 – 3,09 (średnio 0,53)	0,11 – 2,69 (średnio 0,58)	0,12 – 12,82 (średnio 0,75)

Źródło: Dane z Państwowej Agencji Atomistyki

¹ Dz. U. z 2021 r. poz. 1941 z późn. zm.

Powyższe dane wskazują, że narażenie osób z ogółu ludności kraju (w tym m.st. Warszawy) powodowane obecnymi w środowisku i w żywności sztucznymi izotopami promieniotwórczymi utrzymuje się **na bardzo niskim poziomie**, który jest jedynie ułamkiem procenta wartości dawki granicznej dla ogółu ludności wynoszącej 1 mSv w ciągu roku.

Zagrożenie radiacyjne

Zagrożenie radiacyjne dla m.st. Warszawy może wystąpić w wyniku:

- awarii reaktora w elektrowniach jądrowych zlokalizowanych w pobliżu granic Polski,
- prowadzenia działalności przez użytkowników źródeł promieniowania jonizującego, w tym transportu materiałów promieniotwórczych.

1. Reaktory jądrowe zlokalizowane w pobliżu granic Polski

Polska nie posiada żadnej elektrowni jądrowej, ale w odległości do 300 km od naszych granic znajduje się 8 czynnych elektrowni jądrowych eksploatujących 21 reaktorów energetyczne o łącznej elektrycznej mocy zainstalowanej brutto ok. 14,4 GWe.

Tabela 8. Wykaz bloków energetycznych elektrowni jądrowych, zlokalizowanych w odległości do 300 km od granic Polski

Państwo	Nazwa elektrowni jądrowej (EJ)	Odległość reaktora od granicy z Polską [km]	Typ reaktora/-ów oraz ich moc
Czechy	EJ Dukovany	119	4 bloki WWER-440 <ul style="list-style-type: none"> • 500 MWe • 500 MWe • 500 MWe • 500 MWe
Słowacja	EJ Mochovce	133	2 bloki WWER-440 <ul style="list-style-type: none"> • 470 MWe • 470 MWe
Ukraina	EJ Równe	134	2 bloki WWER-440 <ul style="list-style-type: none"> • 420 MWe • 415 MWe 2 bloki WWER-1000 <ul style="list-style-type: none"> • 1000 MWe • 1000 MWe

Słowacja	EJ Bohunice	138	2 bloki WWER-440 <ul style="list-style-type: none"> • 505 MWe • 505 MWe
Ukraina	EJ Chmielnicki	184	2 bloki WWER-1000 <ul style="list-style-type: none"> • 1000 MWe • 1000 MWe
Czechy	EJ Temelin	192	2 bloki WWER-1000 <ul style="list-style-type: none"> • 1080 MWe • 1080 MWe
Szwecja	EJ Oskarshamn	298	1 blok BWR <ul style="list-style-type: none"> • 1450 MWe
Węgry	EJ Paks	300	4 bloki WWER-440 <ul style="list-style-type: none"> • 500 MWe • 500 MWe • 500 MWe • 500 MWe

Źródło: Dane z Państwowej Agencji Atomistyki

W przypadku poważnej awarii jednej z elektrowni państw ościennych Polski, zagrożenie będzie wynikać głównie z emisji do atmosfery:

- izotopów jodu J-131,
- produktów rozszczepienia z długimi okresami połowicznego rozpadu.

Skażenie może objąć obszar całej Polski. Jednak, nawet w najbardziej niekorzystnych warunkach atmosferycznych musi upłynąć przynajmniej kilkanaście godzin zanim radioaktywna chmura dotrze do Warszawy.

Podczas przejścia chmury radioaktywnej całe powietrze, również to w mieszkaniach nasyci się jodem. Jod wciągnięty do płuc rozpuści się we krwi i następnie będzie gromadzić się w tarczycy stwarzając ryzyko wystąpienia choroby nowotworowej (zwłaszcza u dzieci). Izotopy jodu będą się osadzać na ziemi i budynkach, odzieży, skórze i włosach ludzi, powierzchni wody, roślinach.

Ewentualny opad atmosferyczny zwiększy skażenie terenu. Jod ze skażonego terenu przeniknie do roślin jadalnych i trawy (docelowo dostanie się do mleka; stężenie jodu w mleku może być większe niż było w trawie). Biorąc jednak pod uwagę, że okres połowicznego rozpadu J-131 wynosi 8 dni, **aktywność jodu po upływie 2 - 3 miesięcy jest zwykle pomijalnie mała.**

Długotrwałe skutki będą wynikać z uwolnienia do atmosfery produktów rozszczepienia z długimi okresami połowicznego rozpadu (strontu Sr-90, cezu Cs-137, Cs-134). Drogą oddechową i pokarmową przenikną one do organizmu człowieka oraz spowodują skażenia terenu, stając się źródłem promieniowania gamma i beta.

Biorąc pod uwagę dawki promieniowania jakie mogliby otrzymać mieszkańcy Warszawy, następstwem działania promieniowania jonizującego na organizm byłyby skutki stochastyczne (skutki opóźnione). Mogą one być wywołane przez uszkodzenie genomu pojedynczej komórki, w następstwie czego może się rozwinąć, po dłuższym czasie nowotwór złośliwy lub w przypadku napromienienia komórek rozrodczych mutacja dziedziczna. Przyjmuje się, że dla następstw stochastycznych występowanie progu dawki jest mało prawdopodobne i należy się liczyć z tym, że nawet małe dawki mogą prowadzić do wzrostu częstości występowania następstw (w obszarze obejmującym rejony Białorusi, Ukrainy i Rosji, gdzie wystąpiły duże skażenia izotopami jodu po awarii elektrowni jądrowej w Czarnobylu na Ukrainie, doszło oprócz wzrostu zapadalności na raka tarczycy u dzieci, do wzrostu częstości innych schorzeń tarczycy, m.in. niedoczynności).

Oprócz biologicznych skutków promieniowania jonizującego należy liczyć się z wystąpieniem zaburzeń i symptomów nie związanych bezpośrednio z zagrożeniem radiacyjnym, ale mających wpływ na zdrowie ludzi, takich jak: lęk, depresja, zaburzenia snu, brak równowagi emocjonalnej, niezdolność do koncentracji i różne zaburzenia psychosomatyczne, wynikające ze stresu psychicznego.

2. Obiekty jądrowe w Polsce

Obiekty jądrowe w Polsce zlokalizowane są w Narodowym Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) i Zakładzie Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP) w Świerku. Posiadają one, wymaganą zaleceniami MAEA i ustawą Prawo atomowe² ochronę fizyczną powodującą skuteczne zabezpieczenie znajdujących się w nich źródeł promieniotwórczych i materiałów jądrowych przed kradzieżą lub atakami terrorystycznymi, dywersją i sabotażem. Są to:

- 1) reaktor Maria (wraz z połączonym z nim basenem technologicznym, w którym przechowywane jest wypalone paliwo jądrowe),
- 2) reaktor Ewa (wyłączony z eksploatacji w 1995 r., obecnie w likwidacji),
- 3) przechowalniki wypalonego paliwa (obiekty 19 i 19A).

Reaktor badawczy Maria, zlokalizowany jest na terenie Ośrodka Świerk, położonego na wschód od miasta Otwock, w odległości około 30 km od Warszawy. Jest to obecnie jedyny czynny reaktor jądrowy w Polsce. Moc nominalna reaktora to 30 MWe (mocy elektrycznej), eksploatowany na mocy 21 MWe. W warunkach normalnej eksploatacji nie stwierdza się negatywnego wpływu reaktora Maria na otaczające środowisko. W 2021 r. eksploatacja reaktora Maria obejmowała 4053 godziny pracy w 30 cyklach paliwowych. W reaktorze w 2021 r. nie odnotowano zdarzeń powodujących powstanie zagrożenia. Wzrosła jednak liczba nieplanowanych wyłączeń reaktora w stosunku do ubiegłych lat. Liczba stwierdzonych niesprawności i nieprawidłowości w działaniu systemów

² Dz. U. z 2021 r. poz. 1941 z późn. zm.

i urządzeń zwiększyła się w porównaniu do poprzedniego roku. Nieplanowane wyłączenia nie były istotne z punktu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej. W okresie maja i na przełomie września i października 2021 r. nastąpiły przerwy w pracy reaktora spowodowane koniecznością przeprowadzenia prac remontowych.

Zgodnie z ocenami stanu ochrony radiologicznej, przedstawionymi w „*Eksplatacyjnym raporcie bezpieczeństwa Reaktora Maria*”, w przypadku wystąpienia zdarzeń projektowych³, układy i bariery bezpieczeństwa reaktora spełnią prawidłowo swoje funkcje tzn. nie dopuszczą do rozwoju awarii lub znacznego zagrożenia radiologicznego w obiekcie reaktora i jego otoczeniu. Nie zostaną przekroczone dawki graniczne⁴ dla mieszkańców m.st. Warszawy.

Z bardzo małym prawdopodobieństwem mogą powstać w reaktorze warunki prowadzące do awarii ciężkiej. Są to:

- 1) upadek samolotu na reaktor,
- 2) rozerwanie rurociągu obiegu chłodzenia kanałów paliwowych lub pęknięcie kanału.

Skutki radiologiczne ciężkiej awarii reaktora Maria nie obejmą m.st. Warszawy. Mogą być podejmowane jedynie zalecenia ograniczenia/wycofania płodów rolnych pochodzących z terenów objętych skażeniem (obszaru o promieniu ok. 5 km wokół Ośrodka Świerk).

Zagrożeniem dla m.st. Warszawy, w przypadku awarii reaktora Maria jest **możliwość wystąpienia paniki** wśród mieszkańców stolicy, która może doprowadzić do zakłócenia funkcjonowania miasta.

Przechowalniki wypalonego paliwa jądrowego w Świerku - obiekty 19 i 19 A, znajdują się na terenie ZUOP, który jest nadzorowany i posiada monitoring możliwych zakłóceń technologicznych oraz nieuprawnionego wejścia, z sygnalizacją w działających całodobowo punktach dozorowych.

Scenariusze prawdopodobnych zdarzeń radiacyjnych dla obiektów 19 i 19 A nie przewidują zagrożenia dla Warszawy (strefa awaryjna⁵ dla tych obiektów wynosi 1000 m.).

W 2021 r. inspektorzy dozoru jądrowego PAA przeprowadzili 12 kontroli reaktora badawczego Maria, 6 kontroli w ZUOP, nie stwierdzając zagrożeń dla bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej. W szczególności potwierdzone zostało, że materiały jądrowe znajdujące się w kraju wykorzystywane są w celach pokojowych.

³ Opisane w projekcie reaktora, które można opanować środkami bezpieczeństwa przewidzianymi przez konstruktora reaktora.

⁴ Wartość dawki promieniowania jonizującego, wyrażona jako dawka skuteczna lub równoważna, której, poza przypadkami przewidzianymi w ustawie Prawo atomowe (Dz. U. z 2021 r. poz. 1941 z późn. zm.) nie wolno przekroczyć.

⁵ Strefa wokół miejsca zdarzenia obejmująca teren, na którym może występować jakiekolwiek nietrwałe (usuwalne) skażenie promieniotwórcze lub moc dawki promieniowania jonizującego przekracza poziom 100 mikrosiwertów na godzinę ($\mu\text{Sv/h}$).

3. Prace ze źródłami promieniowania jonizującego

Na terenie m.st. Warszawy nie ma jednostek organizacyjnych prowadzących działalność z materiałami jądrowymi lub źródłami promieniotwórczymi, dla których zasięg skutków zdarzenia radiacyjnego powstałego na ich terenie może przekroczyć granice terenu jednostki organizacyjnej⁶.

W związku z powyższym zdarzenie radiacyjne poza terenem tych jednostek organizacyjnych może wystąpić jedynie:

- 1) podczas prowadzenia prac z użyciem źródeł promieniotwórczych w terenie,
- 2) transportu materiałów promieniotwórczych,
- 3) w wyniku aktu terroru.

Niekontrolowane przedostanie się do środowiska substancji radioaktywnych podczas prac w terenie stworzy lokalne zagrożenie radiacyjne.

Źródła radioaktywne, stosowane w czujnikach sygnalizacji pożarowej są bardzo małej mocy i ewentualne skażenie promieniotwórcze nie powinno przekroczyć rejonu stosowania tych źródeł.

4. Transport materiałów promieniotwórczych i jądrowych

Transport materiałów promieniotwórczych odbywa się na podstawie krajowych przepisów (opartych na odpowiednich międzynarodowych przepisach modalnych):

- ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. – Prawo atomowe (Dz. U. z 2021 r. poz. 1941 z późn. zm.),
- ustawy z dnia 19 sierpnia 2011 r. o przewozie towarów niebezpiecznych (Dz. U. z 2022 r. poz. 2147),
- ustawy z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze (Dz. U. z 2022 r. poz. 1235 z późn. zm.),
- ustawy z dnia 15 listopada 1984 r. – Prawo przewozowe (Dz. U. z 2020 r. poz. 8).

Według klasyfikacji przyjętej w przepisach⁷ międzynarodowych, materiały promieniotwórcze zaliczone są do klasy siódmej zagrożenia.

Transporty najbardziej radioaktywnych materiałów (wypalone paliwo jądrowe, wysokoaktywne odpady promieniotwórcze, źródła promieniotwórcze o bardzo dużej aktywności stosowane np. w urządzeniach do telegammaterapii) wymagają zezwolenia lub zgody Prezesa PAA.

Respektowane przez przewoźników przepisy prawa, regulujące transport materiałów promieniotwórczych (właściwie oznakowanie przesyłki i środków transportu, odpowiednie opakowanie gwarantujące integralność przesyłki i osłonność przed promieniowaniem) w znacznym stopniu poprawiają bezpieczeństwo transportu.

Nieuszkodzone przesyłki nie stanowią zagrożenia.

Materiały promieniotwórcze przewożone są w następujących typach opakowania:

⁶ Dane z Centrum do Spraw Zdarzeń Radiacyjnych Państwowej Agencji Atomistyki.

⁷ ADR - międzynarodowa konwencja dotycząca drogowego przewozu towarów i ładunków niebezpiecznych.

- 1) sztuki przesyłki typu A – zawierają ilości materiału promieniotwórczego nie zagrażające życiu; ryzyko napromienienia lub skażenia – nawet w przypadku uwolnienia takiej substancji do środowiska – jest bardzo niewielkie,
- 2) sztuki przesyłki typu B oraz rzadko występujące typu C - używane do przewozu najbardziej radioaktywnych materiałów; warunki zagrażające życiu mogą wystąpić tylko w przypadku uwolnienia zawartości lub uszkodzenia osłony sztuki przesyłki, co ze względu na konstrukcję opakowania jest bardzo mało prawdopodobne, możliwe jedynie podczas bardzo poważnych wypadków transportowych,
- 3) opakowania przemysłowe (IP) - zawarta w nich ilość substancji promieniotwórczych stanowi w sytuacjach awaryjnych niewielkie zagrożenie dla ludzi i środowiska.

Zagrożenie radiacyjne (napromieniowanie zewnętrzne i/lub skażenie wewnętrzne) może wystąpić w sytuacji uwolnienia zawartości wskutek np. uszkodzenia przesyłki (podczas wypadku - zderzenia z innym pojazdem, wykolejenia, pożaru, zatopienia, eksplozji itp.). Poziom zagrożenia będzie zależał od rodzaju przewożonego materiału promieniotwórczego, a w szczególności takich jego cech jak:

- 1) rodzaj,
- 2) objętość,
- 3) ilość,
- 4) postać fizyczna,
- 5) aktywność.

Podczas gaszenia pożaru ładunku zanieczyszczona woda może spowodować skażenie środowiska. Promieniotwórczość nie zmienia palności ani innych właściwości materiału.

Podczas wypadków w transporcie żrących materiałów promieniotwórczych potencjalne skutki zagrożenia chemicznego będą znacznie przekraczać możliwe skutki wynikające z zagrożenia promieniotwórczego.

Zagrożenia radiacyjne – mapa zagrożenia



Rysunek 6. Zagrożenia radiacyjne – mapa zagrożenia