

1. Warunki dopuszczenia do pracy w narażeniu na promieniowanie jonizujące

Zgodnie z wymaganiami niżej przedstawionych artykułów **Ustawy prawo atomowe** pracownicy zatrudniani przy pracach związanych z narażeniem na promieniowanie jonizujące powinni spełniać odpowiednie warunki zdrowotne oraz posiadać niezbędną wiedzę.

Art. 10.

1. Pracownik może być zatrudniony w warunkach narażenia po orzeczeniu braku przeciwwskazań do takiego zatrudnienia wydanym przez lekarza posiadającego odpowiednie kwalifikacje, zwanego dalej „uprawnionym lekarzem”.
2. Kwalifikacje uprawnionego lekarza, tryb wydawania i przechowywania orzeczeń oraz rodzaje i częstotliwość badań stanu zdrowia pracowników zatrudnionych w warunkach narażenia określają przepisy prawa pracy, chyba, że ustawa stanowi inaczej.

Art. 11.

1. **Do pracy przy** materiale jądrowym, **źródle promieniowania jonizującego**, odpadach promieniotwórczych lub wypalonym paliwie jądrowym, a także do pracy w obiekcie jądrowym, **można dopuścić pracownika, który posiada odpowiednią do stanowiska pracy znajomość wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej oraz niezbędne umiejętności w zakresie określonym przez programy szkoleń**, o których mowa w ust. 2.
2. **Kierownik jednostki organizacyjnej jest obowiązany zapewnić prowadzenie wstępnych i okresowych – nie rzadziej, niż co 5 lat, [...] szkoleń pracowników w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, zgodnie z opracowanym przez siebie programem.** Szkoleniem są również objęci pracownicy uczestniczący w transporcie materiałów jądrowych, źródeł promieniotwórczych, odpadów promieniotwórczych lub wypalonego paliwa jądrowego.

3. Informacje ogólne o promieniowaniu jonizującym i o ochronie radiologicznej

Promieniowanie to zjawisko polegające na wysyłaniu i przenoszeniu energii na odległość.

Promieniowanie jonizujące składa się z cząstek bezpośrednio lub pośrednio jonizujących albo z obu rodzajów tych cząstek lub fal elektromagnetycznych o długości nieprzekraczającej 100 nm (nanometrów).

Jonizacja to zjawisko polegające na odrywaniu elektronów od obojętnych elektrycznie atomów, na skutek, czego powstają dodatnie jony atomów i ujemnie naładowane elektrony.

Ochrona radiologiczna – zapobieganie narażeniu ludzi i skażeniu środowiska, a w przypadku braku możliwości zapobieżenia takim sytuacjom – ograniczenie ich skutków do poziomu tak niskiego, jak tylko jest to rozsądnie osiągalne, przy uwzględnieniu czynników ekonomicznych, społecznych i zdrowotnych;

Podstawowa zasada ochrony radiologicznej -t zasada ALARA (ang. As Low As Reasonably Achievable), która oznacza, że wszystkie działania prowadzone ze

źródłami promieniowania jonizującego powinny być tak organizowane, aby narażenie ludzi było tak małe jak to jest osiągalne w rozsądny sposób.

Budowa materii:

Protony + Neutrony = Jądro atomowe (nuklid),

Jądro + Elektrony = Atom,

Rodzaje atomów = Nuklidy,

Kombinacja Atomów = Cząsteczka.

Izotop - nuklidy pierwiastka, które mają różne liczby neutronów a jednakowa liczbę protonów nazywa się izotopami tego pierwiastka.

Izotopy promieniotwórcze i radioaktywność - nie wszystkie izotopy pierwiastków są trwałe gdyż przekształcają się w inne nuklidy emitując promieniowanie jonizujące. Tę właściwość nazywamy radioaktywnością, proces rozpadu nazywamy rozpadem, a takie nuklidy nazywamy radionuklidami lub izotopami promieniotwórczymi.

Czas połowicznego rozpadu, okres połowicznego rozpadu (zaniku) – czas, w ciągu, którego liczba nietrwałych obiektów lub stanów zmniejsza się o połowę.

Czas ten, oznaczany symbolem $T_{1/2}$.

Czas połowicznego zaniku charakteryzuje dany izotop promieniotwórczy niezależnie od czynników zewnętrznych (np. temperatura, ciśnienie, postać chemiczna, stan skupienia itp.). Czas połowicznego zaniku jest pojęciem stosowanym dla każdego rodzaju rozpadu promieniotwórczego.

Tabela 1. Rodzaje promieniowania jonizującego

Symbol i nazwa promieniowania	Opis promieniowania
α, alfa	Jądra atomów helu emitowane przez niektóre pierwiastki promieniotwórcze
β, beta	Ujemnie lub dodatnio(pozytony) naładowane cząstki elementarne emitowane przez niektóre pierwiastki promieniotwórcze lub wytwarzane w aparatach rentgenowskich lub akceleratorach
γ, gamma	Fale elektromagnetyczne emitowane przez pierwiastki promieniotwórcze
X, promieniowanie rentgenowskie	Fale elektromagnetyczne wytwarzane w aparatach rentgenowskich lub akceleratorach w wyniku hamowania rozpędzonych elektronów
n, promieniowanie neutronowe	Cząstki elementarne obojętne elektrycznie wytwarzane w reakcjach jądrowych np. rozszczepienia jądra uranu

4. Promieniotwórczość naturalna i sztuczna

Naturalne źródła promieniowania jonizującego, są to:

- substancje promieniotwórcze zawarte w skorupie ziemskiej,
- promieniowanie kosmiczne,
- substancje promieniotwórcze znajdujące się w organizmie człowieka.

Sztuczne źródła promieniowania jonizującego, są to:

- urządzenia wytwarzające promieniowanie jonizujące, np. aparaty rentgenowskie lub akceleratory,
- opad promieniotwórczy – substancje promieniotwórcze powstałe w wyniku próbnych wybuchów jądrowych oraz podczas normalnej pracy jak i awarii e elektrowniach jądrowych,
- odpady promieniotwórcze,
- niektóre przedmioty codziennego użytku, np.: izotopowe czujki dymu, kineskopy telewizorów lub monitorów,
- zastosowania w przemyśle lub medycynie.

Tabela 2. Przykłady izotopów promieniotwórczych

Pierwiastek i izotop	Promieniowanie i średnia energia promieniowania	Okres połowicznego rozpadu	Zastosowanie
Kobalt, Co-60	Gamma, 1,3 MeV	5,3 lat	Onkologia, przemysł
Cez, Cs-137	Gamma, 0,7 MeV	30 lat	Przemysł
Jod, I-131	Gamma, 0,4 MeV	8 dni	Diagnostyka i leczenie
Technet, Tc-99m	Gamma, 0,1 MeV	6 godzin	diagnostyka
Iryd, Ir-192	Gamma, 0,6 MeV	74 dni	Przemysł - radiografia
Ameryk, Am-241	Gamma i alfa 0,06 MeV i 5,5 MeV	432,7 lat	Czujki dymu, przemysł
Fluor, F-18	Gamma i beta 511 keV (promieniowanie anihilacji pozytonów) i 634 keV (pozyton)	1,83 godzin	diagnostyka

5. Narazenie na promieniowanie jonizujące

Rozróżnia się dwa rodzaje narażenia na promieniowanie jonizujące — zewnętrzne i wewnętrzne.

Narazenie zewnętrzne występuje wtedy, gdy źródło promieniowania znajduje się w sąsiedztwie osoby narażonej. Tego typu narażenie dotyczy zarówno osób narażonych zawodowo jak i ogółu ludności. Najprostszą metodą ochrony przed promieniowaniem w przypadku narażenia zewnętrznego jest ograniczenie czasu przebywania w sąsiedztwie źródła lub stosowanie osłon ograniczających promieniowanie.

Źródłem narażenia zewnętrznego są emitery promieniowania silnie przenikliwe (α , γ i neutronowe).

Narazenie wewnętrzne ma miejsce, gdy istnieje niebezpieczeństwo wchłonięcia substancji promieniotwórczej do organizmu człowieka. Na skażenia wewnętrzne są narażone osoby pracujące z otwartymi źródłami promieniowania. Narazenie ogółu ludności może mieć miejsce jedynie w przypadku wystąpienia zdarzenia radiacyjnego, w wyniku, którego nastąpi uwolnienie do środowiska substancji promieniotwórczych w stanie gazowym lub ciekłym.

Z punktu widzenia narażenia wewnętrznego najgroźniejsze są izotopy emitujące promieniowanie α , ze względu na ich silną zdolność do jonizacji. Substancje promieniotwórcze mogą dostać się do organizmu człowieka drogą oddechową, pokarmową lub bezpośrednio do krwi przez rany skóry.

Po wniknięciu substancji promieniotwórczej do organizmu jest ona poddawana procesom metabolicznym, których rodzaj i szybkość zależą od pierwiastka drogi wniknięcia właściwości pierwiastka, którego izotop znalazł się w organizmie.

Organizm ludzki traktuje wszystkie izotopy tego samego pierwiastka, stabilne i promieniotwórcze, jednakowo.

Tabela 3. Podstawowe wielkości i jednostki;

Wielkość	Określenie	Jednostka i symbol
Aktywność	Liczba rozpadów ciągu jednej sekundy	bekerel, Bq
Dawka pochłonięta	<p>Energia promieniowania jonizującego pochłonięta przez jednostkę masy ośrodka, w którym rozchodzi się promieniowanie.</p> $D = \frac{d\bar{E}}{dm},$ <p>– \bar{E} oznacza średnią wartość energii przekazanej, – dm oznacza masę materii zawartej w elemencie objętości.</p>	Grej, 1Gy
Dawka równoważna	<p>Dawka pochłonięta w tkance lub narządzie T, ważona dla rodzaju i energii promieniowania jonizującego R, wyrażona wzorem:</p> $H_T = \sum_R W_R \times D_{T,R}$ <p>W_R oznacza czynnik wagowy promieniowania (Tabela 4), $D_{T,R}$ oznacza dawkę pochłoniętą od promieniowania jonizującego R, uśrednioną w tkance lub narządzie T</p>	Siwert, 1 Sv
Dawka skuteczna	<p>Suma dawek równoważnych pochodzących od zewnętrznych i wewnętrznych źródeł promieniowania z uwzględnieniem odpowiednich współczynników wagowych narządów i tkanek.</p> $E = \sum_T W_T \times H_T$ <p>W_T oznacza czynnik wagowy tkanki lub narządu T (Tabela 5).</p>	Siwert, 1 Sv

Tabela 4. Wartość czynnika wagowego promieniowania, W_R

Rodzaj promieniowania i zakres energii, R	Czynnik wagowy promieniowania, W_R
Fotony, wszystkie energie	1
Elektrony i miony, wszystkie energie	1
Neutrony, energia od 10 keV do 100 keV	1
Neutrony, energia od 100 keV do 2 MeV	10
Neutrony, energia < 10 keV	20
Neutrony, energia od 2 MeV do 20 MeV	10
Neutrony, energia > 20 MeV	5
Protony, z wyłączeniem protonów odrzutu, energia > 2 MeV	5
Cząstki alfa, fragmenty rozszczepienia, ciężkie jadra	20

Tabela 5. Wartości czynnika wagowego tkanki (narządu), W_T

Tkanka (narząd), T	Czynnik wagowy tkanki (narządu), W_T
Gonady	0,20
Czerwony szpik kostny	0,12
Jelito grube	0,12
Płuca	0,12
Żołądek	0,12
Pęcherz moczowy	0,05
Gruzoły piersiowe	0,05
Wątroba	0,05
Przełyk	0,05
Tarczycyca	0,05
Skóra	0,01
Powierzchnia kości	0,01
Pozostałe	0,05

Moc dawki określa, jaką dawkę promieniowania jonizującego mogłoby pozostawić w danym miejscu w ciągu jednej godziny.

$$\text{„dawka”} = \text{„moc dawki”} \times \text{„czas”}$$

Jednostkami mocy dawki są odpowiednio: Gy/h, Sv/h.

W praktyce pomiarów dozymetrycznych stosuje się jednostki mniejsze dostosowane do realnych sytuacji:

$$1\text{mGy/h} = 0,001\text{Gy/h}, 1\text{mSv/h} = 0,001\text{ Sv/h},$$

$$1\mu\text{Gy/h} = 0,000001\text{Gy/h}, 1\mu\text{Sv/h} = 0,000001\text{Sv/h}$$

6. Biologiczne skutki oddziaływania promieniowania jonizującego

Biologiczne skutki oddziaływania promieniowania jonizującego na organizm człowieka zależą od rodzaju i energii cząstek promieniowania oraz od czasu i sposobu oddziaływania.

Promieniowanie jonizujące jest nie tylko niebezpieczne dla zdrowia i życia, ale jest także zdradliwe gdyż jego skutki mogą się ujawnić po wielu latach od czasu ustania ekspozycji.

Skutki deterministyczne to wyniki działania promieniowania takie jak: choroba popromienna, zaćma (matowienie soczewki oka), rumień czy wypadanie włosów. Skutki te nie są dziedziczne, ich objawy mijają z czasem, przeciętne nasilenie zaś zależy od wartości dawki: poniżej pewnej dawki progowej efekt nie występuje.

Skutki stochastyczne to efekty działania promieniowania takie jak nowotwory lub schorzenia dziedziczne, których prawdopodobieństwo wystąpienia jest wprost proporcjonalne do dawki promieniowania.

Tabela 6. Dawki graniczne dla pracowników i ogółu ludności

Kogo dotyczy	Dawka skuteczna (efektywna) D_s (mSv)	Dawka równoważna D_r (mSv)		
		Oczy soczewki	Skóra	Dłonie, przedramiona, podudzia i stopy
Pracownicy	20	150	500	500
Pracownicy kat. A	$6 < D_s \leq 20$	$0,3 \cdot 150 < D_r \leq 150$	$0,3 \cdot 500 < D_r \leq 500$	$0,3 \cdot 500 < D_r \leq 500$
Pracownicy kat. B	$1 < D_s \leq 6$	$0,1 \cdot 150 < D_r \leq 0,3 \cdot 150$	$0,1 \cdot 500 < D_r \leq 0,3 \cdot 500$	$0,1 \cdot 500 < D_r \leq 0,3 \cdot 500$
Osoba usuwająca skutki zdarzenia radiacyjnego	100	-	-	-
Osoba ratująca życie ludzkie	500	-	-	-
Uczniowie, studenci i praktykanci powyżej 18 lat	20	150	500	500
Uczniowie, studenci i praktykanci od 16 lat do 18 lat	6	50	150	150
Uczniowie, studenci i praktykanci poniżej 16 lat	1	15	50	-
Osoby z ogółu ludności	1	15	50	-
Kobieta od chwili zawiadomienia o ciąży	1	-	-	-

7. Kontrola narażenia na promieniowanie

Ocena narażenia pracowników prowadzona jest na podstawie kontrolnych pomiarów dawek indywidualnych lub pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy.

Wyniki kontroli narażenia podlegają ewidencji prowadzonej przez kierownictwo jednostki organizacyjnej.

Pracownicy kategorii A podlegają ocenie narażenia prowadzonej na podstawie systematycznych pomiarów dawek indywidualnych, a jeżeli mogą być narażeni na skażenie wewnętrzne mające wpływ na poziom dawki skutecznej dla tej kategorii pracowników, podlegają również pomiarom skażeń wewnętrznych.

Pracownicy kategorii B podlegają ocenie narażenia prowadzonej na podstawie pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy w sposób pozwalający stwierdzić prawidłowość zaliczenia pracowników do tej kategorii, chyba, że kierownik jednostki organizacyjnej zdecyduje o objęciu ich systematycznymi pomiarami dawek indywidualnych.

Pomiary dawek indywidualnych oraz pomiary służące ocenie dawek od narażenia wewnętrznego są dokonywane przez podmioty posiadające akredytację otrzymaną na podstawie odrębnych przepisów.

Przyrządy dozymetryczne stosowane do kontroli i oceny narażenia, niepodlegające obowiązkowi kontroli metrologicznej określonej w przepisach o miarach, powinny posiadać świadectwo wzorcowania.

Świadectwo wzorcowania, o którym mowa w ust. 1, wydaje laboratorium pomiarowe posiadające akredytację otrzymaną na podstawie odrębnych przepisów.

8. Osłabianie promieniowania

Tabela 7. Osłabianie różnych rodzajów promieniowania

Rodzaj promieniowania	Sposoby osłabiania
α	<ul style="list-style-type: none">- Bardzo silnie jonizuje bezpośrednio, więc groźne przy wchłonięciach radionuklidów alfa promieniotwórczych do organizmu,- Słabo przenikliwe, czyli silnie pochłaniane przez materię np. pochłonie je kartka papieru – maksymalny zasięg w powietrzu do 10 cm.
β	<ul style="list-style-type: none">- Jonizujące bezpośrednio,- Względnie przenikliwe – maksymalny zasięg w powietrzu kilkanaście metrów,- Skutecznie pochłaniane przez materiały lekkie np.: tworzywa sztuczne, aluminium.
γ i X	<ul style="list-style-type: none">- Jonizujące pośrednio,- Bardzo przenikliwe,- Skutecznie pochłaniane przez materiały ciężkie np.: ołów, beton.
n	<ul style="list-style-type: none">- Jonizujące pośrednio,- Bardzo przenikliwe,- Pochłaniane w wyniku spowolnienia w materiale moderującym zawierającym atomy wodoru np.: woda, parafina, polietylen.

9. Zasady bezpiecznej pracy w warunkach narażenia

Przy wykonywaniu i planowaniu pracy ze źródłami promieniowania jonizującego należy przestrzegać zasady ograniczenia narażenia, przez:

- Skracanie czasu narażenia,
- Zwiększanie odległości od źródła promieniowania jonizującego,
- Ograniczanie pola tego promieniowania,
- Eliminowanie skażeń promieniotwórczych.

10. Środki ochronne, sposoby zmniejszania narażenia

- Osłony stałe wykonane z materiałów osłonnych o grubości zgodnej z projektami ochrony radiologicznej potwierdzone pomiarami PAA, WSSE;
- Środki ochrony osobistej: ubrania robocze, rękawice jednorazowe, okulary ochronne, maski ewakuacyjne;
- Przyrządy dozymetryczne do pomiarów dawki, mocy dawki i skażeń;

11. Profilaktyka w ochronie radiologicznej

- Kontrola środowiska pracy,
- Kontrola dawek indywidualnych,
- Okresowa kontrola stanu zdrowia,
- Skrócenie czasu pracy.
- Szkolenia,
- Rozdział zadań,
- Stosowanie środków ochronnych.

12. Sytuacje awaryjne - Zakładowy plan postępowania awaryjnego i postępowanie w przypadku zdarzeń radiacyjnych

Zdarzenie radiacyjne – sytuacja związana z zagrożeniem, wymagająca podjęcia pilnych działań w celu ochrony pracowników lub ludności;

Zagrożenie (narażenie potencjalne) – narażenie, które może nastąpić, przy czym prawdopodobieństwo jego wystąpienia może być wcześniej oszacowane;

Narażenie – proces, w którym organizm ludzki podlega działaniu promieniowania jonizującego.

W razie zdarzenia radiacyjnego kierownik jednostki organizacyjnej wykonującej działalność określoną w art. 4 ust. 1 Ustawy prawo atomowe obowiązany jest zabezpieczyć miejsce zdarzenia i niezwłocznie zgłosić to zdarzenie Prezesowi Agencji, a w uzasadnionych przypadkach również innym organom i służbom, zgodnie z zakładowym planem postępowania awaryjnego.

Zakładowy plan postępowania awaryjnego powinien być opracowany zgodnie ze wzorem określonego w Rozporządzeniu Rady ministrów z dnia 20 lutego 2007 r. zmieniającego rozporządzenia w sprawie planów postępowania awaryjnego w przypadku zdarzeń radiacyjnych (Dziennik Ustaw Nr 131 z 2007 r.)

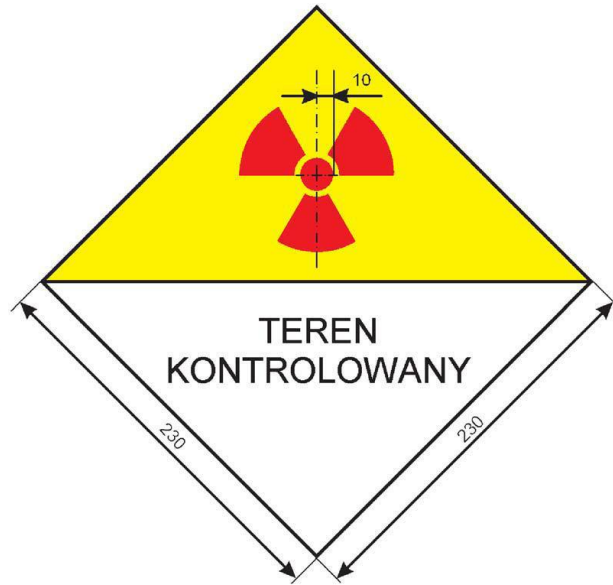
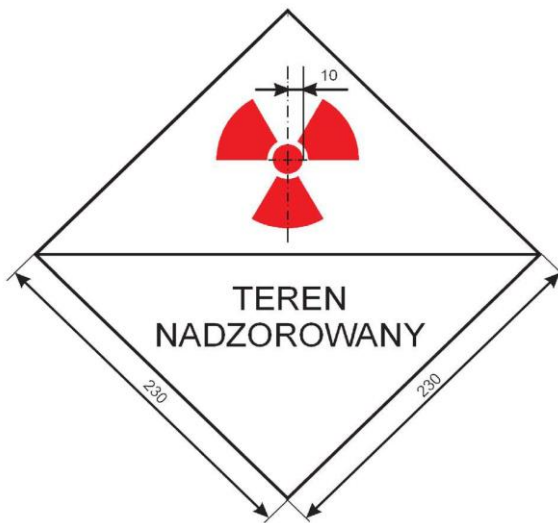
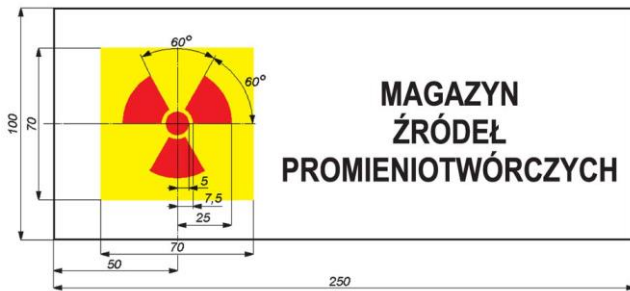
Tabela 9. Przykłady zdarzeń radiacyjnych (wyciąg z Zakładowego Planu Postępowania Awaryjnego);

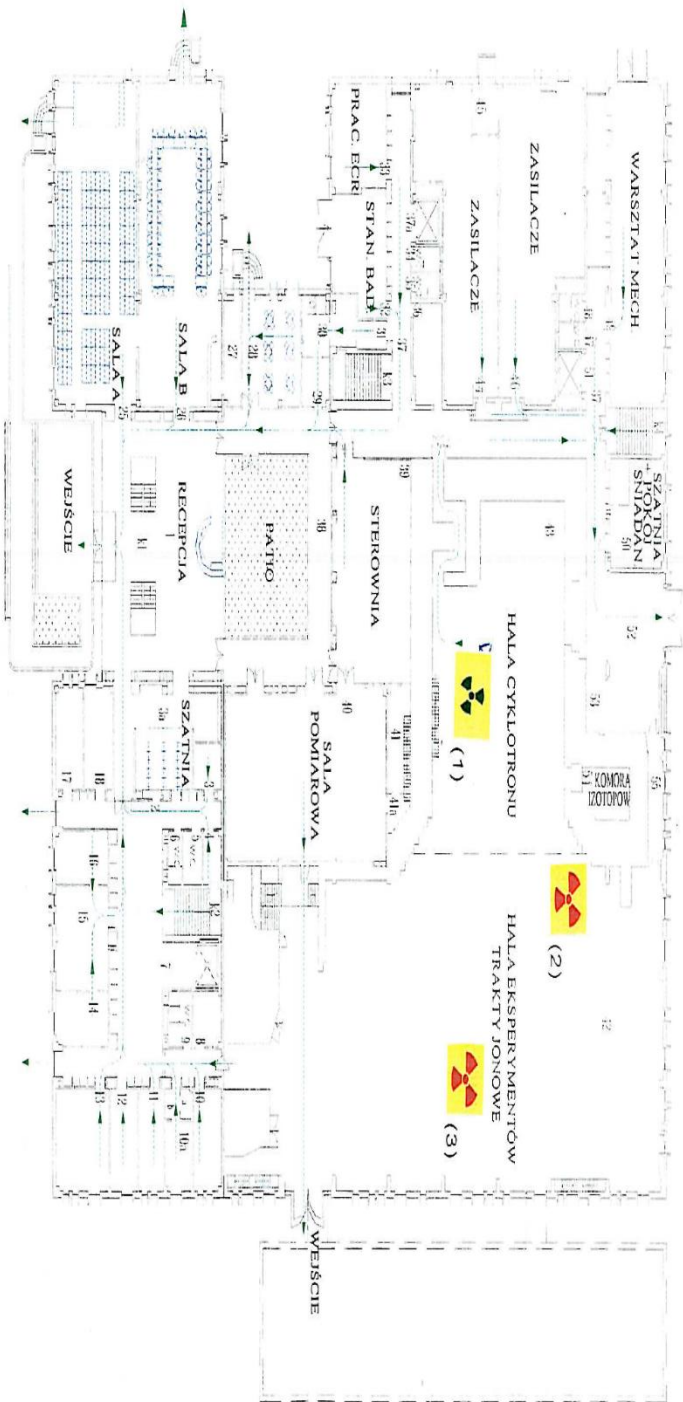
L.p.	Potencjalna sytuacja awaryjna	Opis procedury awaryjnej
1	Pożar lub wybuch na terenie Pracowni Akceleratorowej lub Pracowni Izotopowej	<ol style="list-style-type: none">1. Wyłączyć system wentylacyjny pomieszczeń w celu uniemożliwienia rozprzestrzeniania się skażeń promieniotwórczych.2. Podjąć działania opisane w pkt. 2. i 3. zgodnie z kompetencjami.

2	Zalanie wodą lub ściekami terenu Pracowni Akceleratorowej lub Pracowni Izotopowej	3. Poinformować wezwaną Państwową Straż Pożarną i Policję o możliwości skażeń promieniotwórczych.
3	Włamania lub kradzież na terenie Pracowni Akceleratorowej lub Pracowni Izotopowej	<ol style="list-style-type: none"> 1. Podjąć działania opisane w pkt. 3. i 4. zgodnie z kompetencjami 2. Wezwać Policję 3. Przeprowadzić w uzgodnieniu z Policją inwentaryzację źródeł promieniotwórczych 4. W przypadku stwierdzenia braku źródeł promieniotwórczych przeprowadzić poszukiwania na terenie objętym zdarzeniem we własnym zakresie
4	Utrata źródła lub odpadu promieniotwórczego	<ol style="list-style-type: none"> 1. Podjąć działania opisane w pkt. 3. i 4. Zgodnie z kompetencjami 2. Przeprowadzić poszukiwania na terenie objętym zdarzeniem we własnym zakresie
5	Zastąpienie pracownika w trakcie wykonywania czynności ze źródłami lub odpadami promieniotwórczymi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wyłączyć wiązkę jonów i udzielić osobie pierwszej pomocy 2. Podjąć działania mające na celu wyjaśnienie czy promieniowanie jonizujące jest przyczyną niedyspozycji 3. W przypadku stwierdzenia, że przyczyną niedyspozycji było promieniowanie skierować osobę do lekarza oraz podjąć odpowiednie działania opisane w pkt. 3 i 4 zgodnie z kompetencjami
6	Zadziałanie awaryjnego systemu wyłączeni wiązki jonów na skutek włączenia przycisku awaryjnego lub otwarcia od wewnątrz drzwi blokowanych	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wstrzymać pracę akceleratora do czasu ustalenia przyczyn zaistniałej sytuacji 2. Przeprowadzić ocenę dawek promieniowania otrzymanych przez osoby znajdujące się na terenie objętym zdarzeniem 3. W przypadku stwierdzenia, że dawka na całe ciało przekracza 5 milisiwertów podjąć odpowiednie działania opisane w pkt. 3 i 4 zgodnie z kompetencjami

7	Powstanie skażeń promieniotwórczych osób, powierzchni roboczych lub podłóg lub innych przedmiotów	<ol style="list-style-type: none"> 1. Podjąć działania opisane w pkt. 3. i 4 zgodnie z kompetencjami. 2. Jeśli osoba jest ranna lub nieprzytomna wezwać pogotowie ratunkowe i poinformować lekarza, że osoba jest skażona promieniotwórczo, nie podejmować dekontaminacji we własnym zakresie. 3. Zdjąć z osoby skażoną odzież i zabezpieczyć ją w szczelnym foliowym worku w magazynie źródeł promieniotwórczych. 4. Przeprowadzić dekontaminację powierzchni skażonej ciała przy pomocy łagodnych środków myjących i przy pomocy wody. 5. Zabezpieczyć skażone przedmioty w szczelnym worku foliowym i umieścić w magazynie odpadów promieniotwórczych. 6. Przeprowadzić próbę dekontaminacji powierzchni roboczych pod nadzorem inspektora ochrony radiologicznej.
8	Sygnał alarmowy z systemu monitoringu radiacyjnego	<ol style="list-style-type: none"> 1. Odczytać z komputera sterującego lokalizację detektora powodującego alarm. 2. Jeśli alarm związany jest z: <ol style="list-style-type: none"> a. uszkodzeniem tarczy w akceleratorze przełączyć system wentylacji na awaryjny i ewakuować ludzi z terenu Zakładu Produkcji Radionuklidów, b. pęknięciem kapilary przesyłowej ewakuować ludzi z terenu Zakładu Produkcji Radionuklidów, c. przedostaniem się aktywności promieniotwórczej do zbiornika retencyjnego wstrzymać usuwanie ścieków do kanalizacji i czekać na opinie Inspektora ochrony radiologicznej, d. przedostaniem się aktywności promieniotwórczej do wentylacji kominowej podjąć próbę wyjaśnienia przyczyn zdarzenia, e. błędnym zadziałaniem systemu monitoringu wezwać serwis. 3. W każdym z przypadków podjąć działania opisane w pkt. 3. i 4 zgodnie z kompetencjami

13. Przykłady znaków ostrzegawczych w magazynowaniu i transporcie





Lokalizacja źródeł promieniowania jonizującego:

- (1) Cyklotron U-200P.
- (2) Magazyn źródeł i odpadów promieniotwórczych (antresola na Hali Eksperymentów).
- (3) Hala Eksperymentów (Boksy Osłonne) – źródła promieniotwórcze kalibracyjne oraz zasaktywowane elementy tarcz nasświetlanych wiązkami jonów z cyklotronu U-200P.