

Awarie radiologiczne

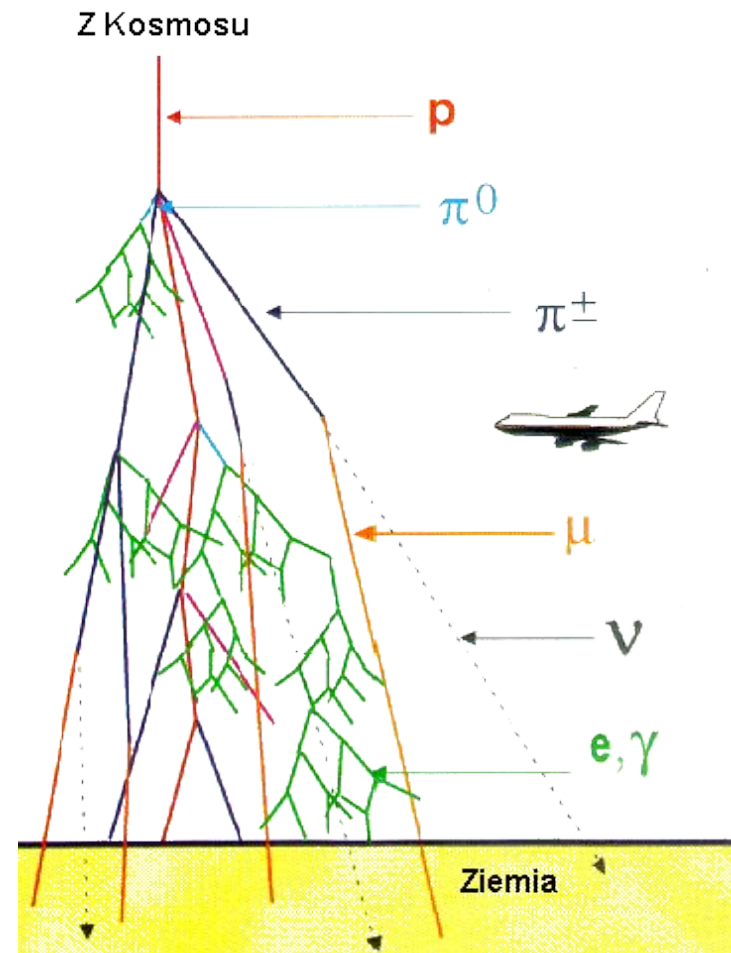


Literatura:

1. A Marciniak: Działania ratownicze w obszarze zagrożenia radiologicznego. SGSP Warszawa 1998 r.
2. Porozumienie z dnia 28.04.1994 r. o współpracy w zakresie zagrożeń radiacyjnych zawarte pomiędzy Komendantem Głównym PSP a Prezesem Państwowej Agencji Atomistyki.
3. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. - Prawo Atomowe.
4. Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego.
5. Zasady postępowania w przypadku możliwości wystąpienia zagrożenia radiacyjnego. KCKR i OL Warszawa 2009 r.

Promieniowanie jonizujące

Stale obecne w naszym środowisku, którego źródłem są naturalne izotopy promieniotwórcze i promieniowanie kosmiczne. Terminem tym określamy również promieniowanie zarejestrowane, a nie związane z prowadzonym pomiarem



Rozkład mocy dawki promieniowania gamma w Polsce w dniu 10.04.2012 r [www.paa.gov.pl].



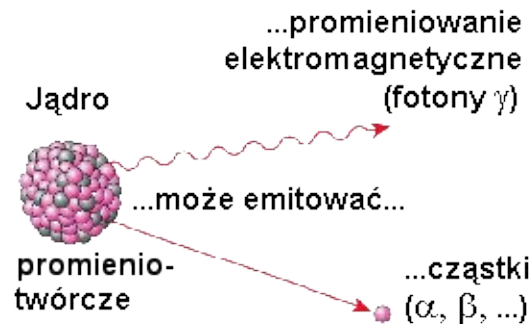
Przepisy prawne w zakresie promieniowania jonizującego

- [Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe](#) (Dz.U. z 2001 r. Nr 3 poz.18, Nr 100, poz. 1085 i Nr 154, poz. 1800, z 2002 r. Nr 74, poz. 676 i Nr 135, poz. 1145)
- [Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego](#) (Dz. U. z 2005 r. Nr 20, poz. 168)
- [Zasady postępowania w przypadku możliwości wystąpienia zagrożenia radiacyjnego](#) – wytyczne KG PSP maj 2009 r.

Promieniotwórczość

Promieniotwórczość jest to samorzutna przemiana jąder atomów jednego rodzaju w jądra innego rodzaju połączona z wysyłaniem promieniowania jądrowego (alfa, beta, gamma).

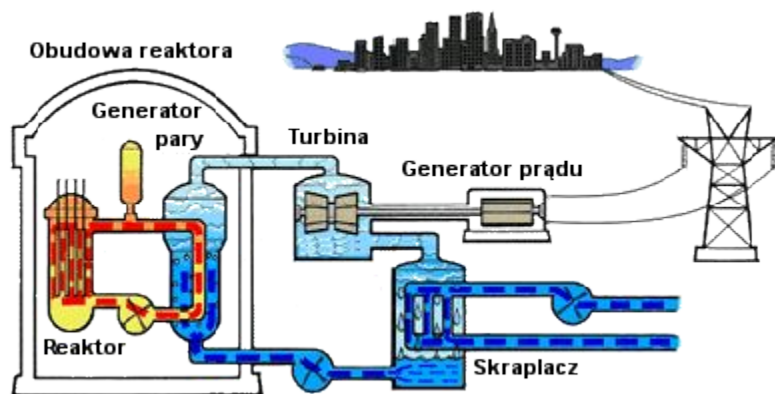
Pierwiastki promieniotwórcze oraz ich związki nazywane są substancjami promieniotwórczymi lub radioaktywnymi.



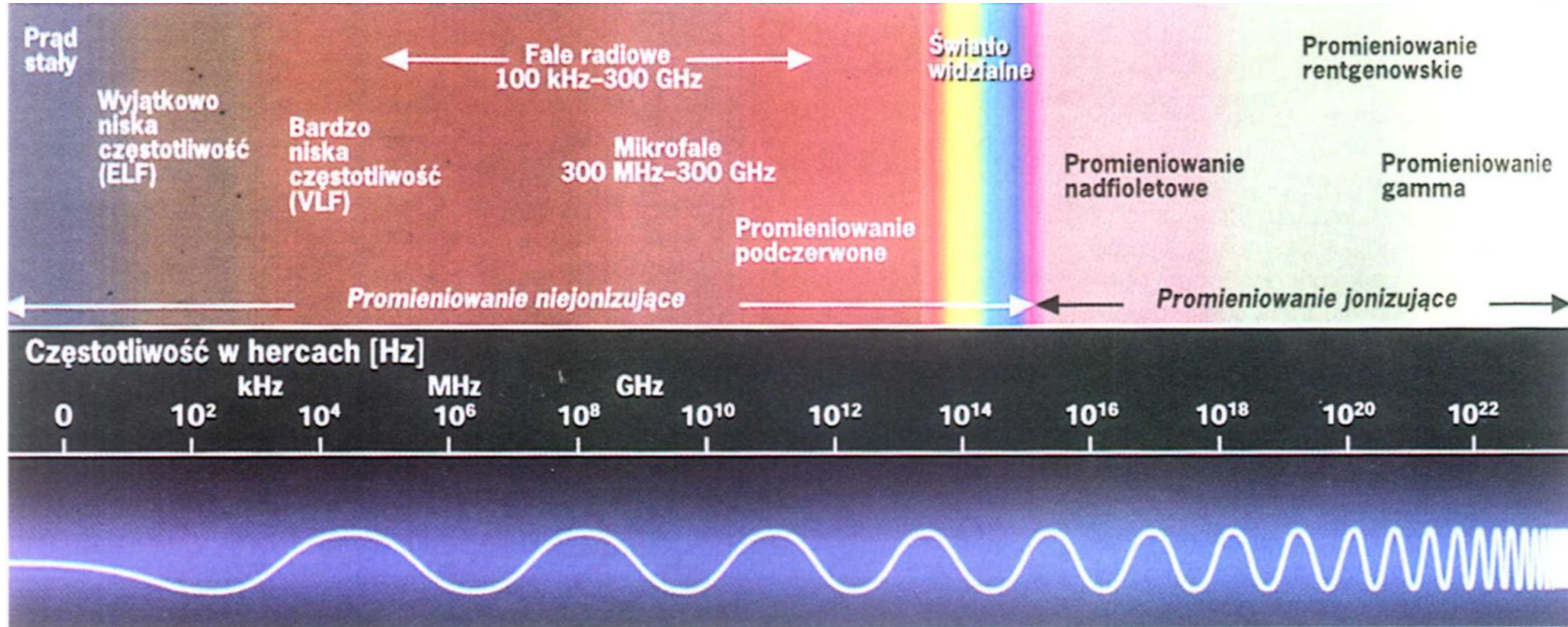
Zastosowanie promieniotwórczości

Wyróżnia się promieniotwórczości naturalną (naturalne szeregi promieniotwórcze) występująca w przyrodzie oraz promieniotwórczość sztuczną uzyskaną wskutek sztucznie wywołanej reakcji jądrowej.

Głównie promieniotwórczość wykorzystuje się w medycynie (diagnoza chorób, wpływ leków na organizm), celach militarnych (bomby atomowe), elektrownie jądrowe (pozyskanie ogromnych ilości energii, którą można zastosować jako napęd do wielu pojazdów), datowaniu, czyli określania wieku minerałów, skał, Ziemi, wykopalisk archeologicznych, zabytków starożytnych kultur itp., sterylizacji żywności, farmacja jądrowa.



Rodzaje Promieniowania



<i>promieniowanie gamma</i>	<i>promieniowanie X</i>	<i>promieniowanie ultrafioletowe</i>	<i>promieniowanie widzialne</i>	<i>promieniowanie podczerwone</i>	<i>mikrofale</i>	<i>fale radiowe</i>

Rodzaje Promieniowania

promieniowanie α (alfa), β (beta), γ (gamma), - wysyłane przez substancje promieniotwórcze.

Izotopy wysyłające promieniowanie α to np: Pb-210, Po-210, Rn-222, Ra-226, Pu-238, Am-241.

Izotopy wysyłające promieniowanie β to np: radiowodór- tryt H-3, węgiewiel C-14, sól Na-24, magnez Mg-28, fosfor P-32, siarka S-35, potas K-40, K-42, wapń Ca-45, skand Sc-46, telur Ti-51, wanad V-48, mangan Mn-52, żelazo Fe-59, kobalt Co-60, miedź Cu-64, cynk Zn-65, arsen As-76, brom Br-82, krypton Kr-85, stront Sr-89, Sr-90, itr Y-90, Y-91, cyrkon Zr-95

Izotopy wysyłające promieniowanie γ to np.: Ołów Pb-210, polon Po-210, radon Rn-222, rad Ra-226, tor Th-228, neptun Np-237, pluton Pu-238, ameryk Am-241, kaliforn Cf-244, kiur Cm-244

promieniowanie X - wytwarzane w aparatach rentgenowskich,

promieniowanie neutronowe – jest to wysoce przenikliwe promieniowanie, powstające w reaktorze jądrowym.

Neutrony w środowisku mogą się pojawić w wyniku samorzutnego rozszczepienia jądra izotopu kalifornu-252 lub w reakcjach bombardowania berylu promieniowaniem alfa pochodzących z izotopów Po-210, Am-241, Ra-226, Pu-239.

Różnią się one pochodzeniem i własnościami:

Rodzaje promieniowania

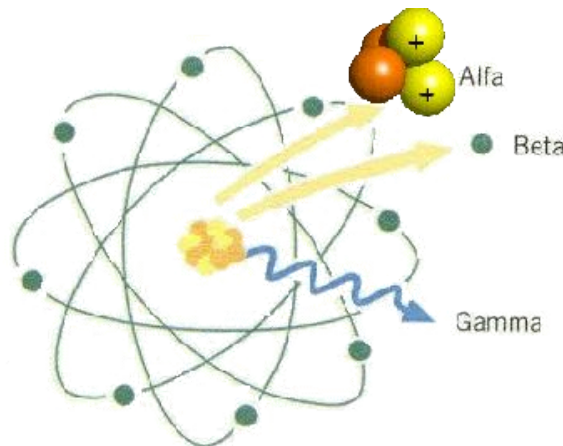
Wyróżnia się trzy rodzaje promieniowania naturalnego:

Promieniowanie jonizujące α - o zasięgu w powietrzu do 10 cm,

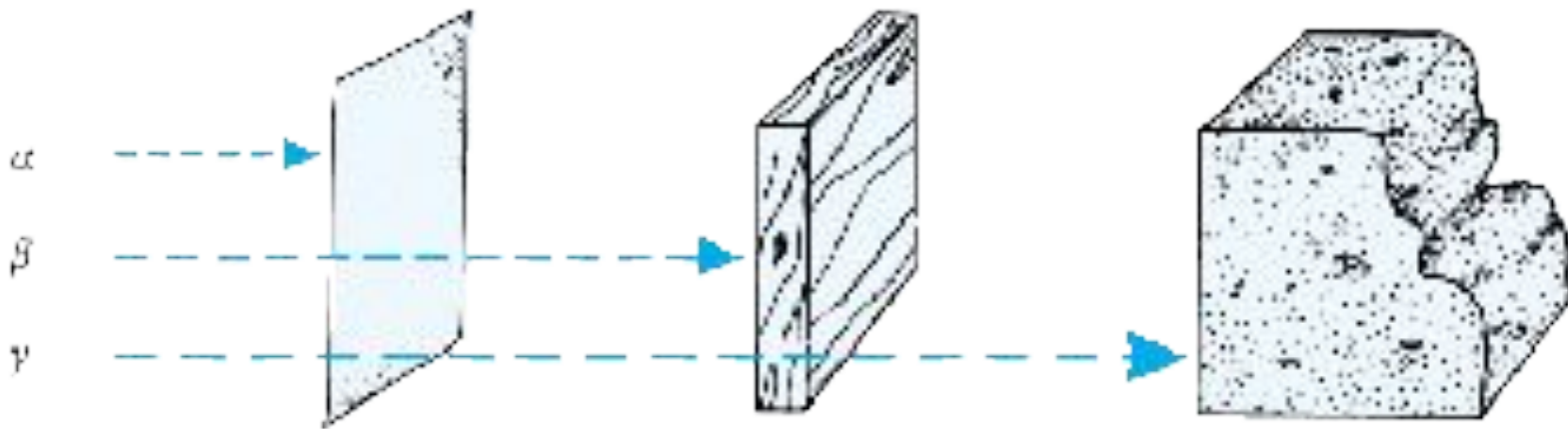
Promieniowanie jonizujące β - zasięgu w powietrzu do 10 m,

Promieniowanie **neutronowe** oraz γ lub **X** (promieniowanie elektromagnetyczne) są bardzo przenikliwe i mogą przedostawać się nawet przez grube warstwy betonu czy stali. Najlepiej przechodzą przez materię, stąd druga nazwa - promieniowanie przenikliwe najbardziej niebezpieczne dla żywych organizmów.

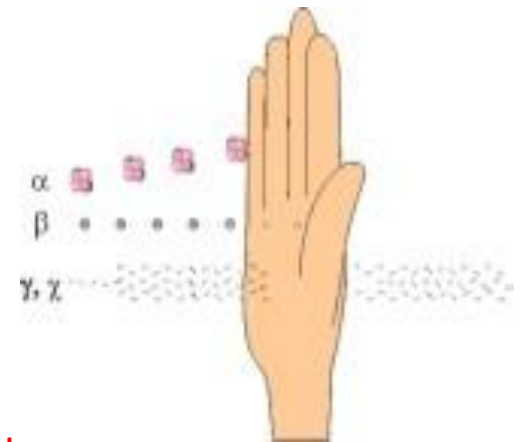
Promienie **X (Roentgena)** powstają w wyniku wzbudzenia a następnie hamowania promieniowania β przez odpowiedni absorbent.



Przenikliwość promieniowania absorbenty- pochłaniacze



- Dowolny materiał osłabiający promieniowanie jonizujące.
- Ołów, beton i stal silnie osłabiają promieniowanie γ
- Cienka warstwa papieru lub metalu oraz kauczuki i tworzywa sztuczne zatrzymuje promieniowanie α z naturalnych rozpadów promieniotwórczych.
- Dla promieniowania β z naturalnych rozpadów podobny efekt osiągniemy stosując kilkumilimetrową warstwę metalu lub plastiku lub grubą deską.



Skutki napromieniowania

- Promieniowanie uszkadza kwasy nukleinowe w jądrze komórkowym, co prowadzi do rozregulowania podstawowych funkcji komórki (syntezy białek i enzymów, zaburzeń podziału, tworzenie wolnych rodników i aktywnego tlenu oraz rozerwania wiązań komórkowych)
- Szkodliwe skutki dzieli się na **somatyczne**, ujawniające się bezpośrednio u osoby napromieniowanej (choroba popromienna) i **genetyczne**, ujawniające się dopiero w następnym pokoleniu.
- Skutki somatyczne dalej można podzielić na **wczesne** i **późne**. Im krótszy okres utajenia, tym cięższy przebieg choroby. Dominują objawy ze strony przewodu pokarmowego nudności, wymioty oraz charakterystyczne krwawe biegunki. Skażenie wewnętrzne powoduje zdecydowanie większe szkody w organizmie (zatrucie polonem A. Litwinienki 2006 r).
- Skutki te dotknęły naszą rodaczkę Marię Skłodowską-Curie, która była jedną z pierwszych ofiar promieniowania. W jej czasach początkowo nie zdawano sobie sprawy z biologicznych skutków dużych dawek promieniowania.



Usta mężczyzny 21 dni po ekspozycji, w której otrzymał dawkę 10–20 Gy. Widoczne uszkodzenia skóry, warg i języka [Wikipedia.pl]

Skutki napromieniowania

Wartość dawki pochłoniętej [Gy]	Charakterystyczne objawy	UWAGA
0 - 0,25 (zakres dawek niskich)	Brak potwierdzonych natychmiastowych lub długofalowych skutków biologicznych i medycznych.	Zaobserwowano, że dawka przekraczająca 0,25 Gy oznacza odległe skutki (ryzyko zachorowania na raka rośnie wraz z dawką)
0,25 - 1,0	Możliwe nudności, nieznaczny spadek liczby krwinek białych.	
1,0 - 2,0	Wymioty, zmniejszona liczba krwinek białych, zapewniony pełny powrót do zdrowia. Niezbędna hospitalizacja	
2,0 - 5,0	Ostra choroba popromienna (śmiertelność 50%)	
Ponad 5,0	Ciężka choroba popromienna Pewna śmierć (śmiertelność do 100%)	

jednostki stosowane w ratownictwie radiacyjnym.

Wielkość	Jednostki i ich symbole	
	Obecnie używane	Dawne
Aktywność	bekereł Bq	kiur Ci
Dawka ekspozycyjna	kulomb na kilogram C/kg	rentgen R
Dawka pochłonięta	grej Gy	rad rd
Dawka skuteczna	siwert Sv	rem
Moc dawki ekspozycyjnej	amper na kilogram A/kg	rentgen na godzinę R/h
Moc dawki pochłoniętej	grej na sekundę Gy/s	rad na godzinę rd/h

Aktywność

- **Aktywność** jest to liczba rozpadów promieniotwórczych zachodzących w źródle w jednostce czasu.
- W układzie SI podstawową jednostką aktywności jest **bekerel** (Bq). Źródło ma aktywność jednego bekerela, jeżeli w ciągu jednej sekundy następuje w nim jeden rozpad.

$$1 \text{ Bq} = 1:1 \text{ s}$$

- Dawną jednostką aktywności jeszcze dotychczas używaną jest kiur (Ci).
$$1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ s}^{-1} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq} = 37 \text{ GBq}.$$

Jednostkami aktywności właściwej w układzie SI są:

- bekerel na kilogram (1Bq/kg),
- bekerel na metr sześcienny (1 Bq/m³),
- bekerel na metr kwadratowy (1 Bq/m²).

Dawka ekspozycyjna

- **Dawka ekspozycyjna** jest miarą jonizacji zachodzącej w powietrzu pod wpływem **promieniowania elektromagnetycznego X lub γ** .
- Dawką ekspozycyjną X nazywamy stosunek wartości sumy ładunków jonów jednego znaku wytworzonych w warunkach równowagi elektronowej do masy powietrza

$$X = Q / m \text{ [C/kg]}$$

W układzie SI jednostką dawki ekspozycyjnej jest kulomb na kilogram [C/kg]. Do niedawna używano jednostki zwanej rentgenem [R].

- Obie jednostki związane są ze sobą zależnością:

$$1 \text{ R} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ C/kg}$$

Moc dawki ekspozycyjnej

Skutki działania promieniowania zależą od dawki pochłoniętej, czy ekspozycyjnej, ale również i od **czasu i masy**, na którą ta dawka została dostarczona. Dlatego też ważne jest również pojęcie **mocy dawki, które określa natężenie promieniowania przypadającą na jednostkę masy.**

- $1A = 1C/1s$
- **Jednostką mocy dawki ekspozycyjnej w układzie SI jest A/kg.**

Dawka pochłonięta / moc dawki pochłoniętej

Dawka pochłonięta to energia promieniowania pochłonięta przez jednostkową masę materii, uśrednioną w tkance lub narzędzie.

$$D = dE/dm$$

- Jednostka dawki pochłoniętej **Grej [Gy]** : [1 Gy = 1J/kg 1 J] energii promienistej pochłoniętej przez 1 kg masy
- Dawniej mierzono dawkę pochłoniętą w radach [rd].

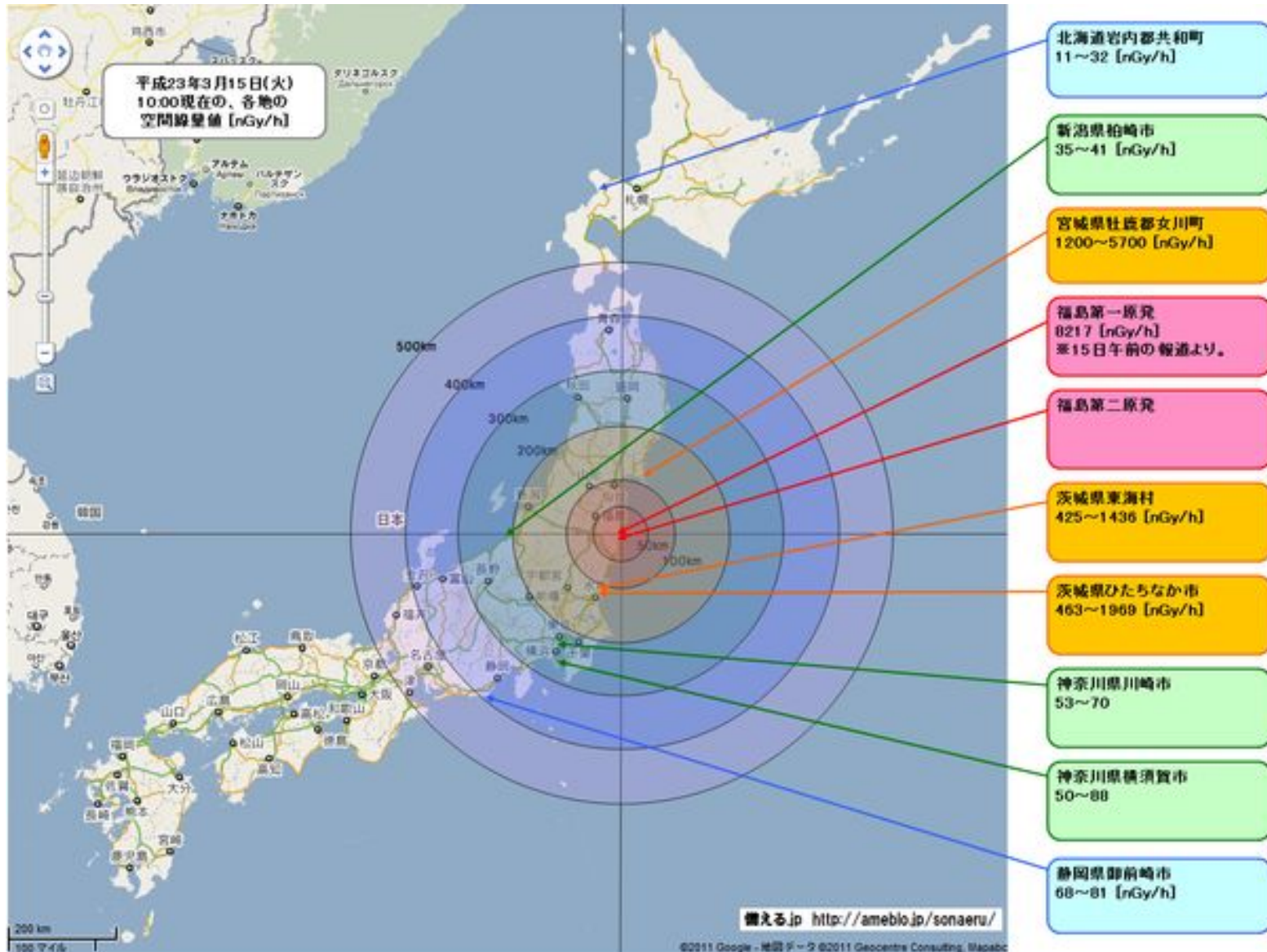
$$1 \text{ rd} = 0,01 \text{ Gy.}$$

Moc dawki pochłoniętej jest przyrost dawki pochłoniętej w czasie :

$$PD = dD/dt$$

Jednostką mocy dawki pochłoniętej w układzie SI jest **Gy/s**

Prognoza na 15 marca 2011 r. skażenia radiologicznego po awarii elektrowni Fukushima I w dniu 11 marca 2011 r.



Dawka skuteczna i równoważna/Moc dawki skutecznej i równoważnej

- **Dawka skuteczna** oznacza sumę dawek pochłoniętych w danej tkance lub narządzie z uwzględnieniem rodzaju i energii promieniowania jonizującego
- Dawkę skuteczną możemy obliczyć ze wzoru:

$$E = \sum W_t \cdot H_t = \sum W_t \cdot \sum W_r \cdot D$$

gdzie: W_r – współczynnik jakości promieniowania,

W_t – współczynnik wagowy tkanki,

H_t – Dawka równoważna (równoważnik dawki),

$$H_t = \sum W_r \cdot D$$

D – dawka pochłonięta w tkance lub narządzie [Gy].

Przykładowe wartości współczynników W_r i W_t .

Rodzaj promieniowania	Wartość W_r	Tkanka, narząd	Wartość W_t
X, γ i β o energii powyżej 30 keV	1	skóra	0,01
β – trytu	2	Powierzchnia kości	0,01
neutrony < 10 keV	5	gonady	0,20
neutrony >10 keV	10	tarczyca	0,05
α	25	płuca	0,12

Obowiązująca w układzie SI jednostką dawki skutecznej i równoważnej jest **siwert (Sv)**, dawniej natomiast był rem, przy czym $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$

Moc dawki skutecznej = przyrost dawki pochłoniętej w czasie
PE = dE/dt [sv/h]

MIERNIKI PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO



Licznik Geigera

Detektor lub układ do zliczania cząstek lub fotonów promieniowania jonizującego.

Zazwyczaj jest to wypełniony gazem cylinder, wewnątrz którego umieszczono cienki drut spolaryzowany wysokim napięciem (anoda). Jonizując gaz wewnątrz cylindra, cząstka powoduje wyładowanie elektryczne, które można zarejestrować.



Detektor mocy dawki SVG2

SVG2 jest mikroprocesorowym detektorem promieniowania wykorzystującym najwyższej jakości elementy półprzewodnikowe.

Ma wzmocnioną konstrukcję, odporną na uszkodzenia mechaniczne i nadającą się do dekontaminacji.

SVG 2 składa się z modułu podstawowego pozwalającego na wykrywanie promieniowania γ i neutronowego. Można dodatkowo podłączyć sondę do wykrywania promieniowania α , β i γ .



RADIOMETR RDS 31

RDS 31 składa się z modułu podstawowego pozwalającego na wykrywanie mocy dawki promieniowania γ i neutronowego. Można dodatkowo podłączyć sondę do wykrywania promieniowania α , β i γ .



Po włączeniu i autoteście radiometr przechodzi w stan pomiaru i na wyświetlaczu podawana jest wartość zmierzonego promieniowania oraz na osi jego histogram

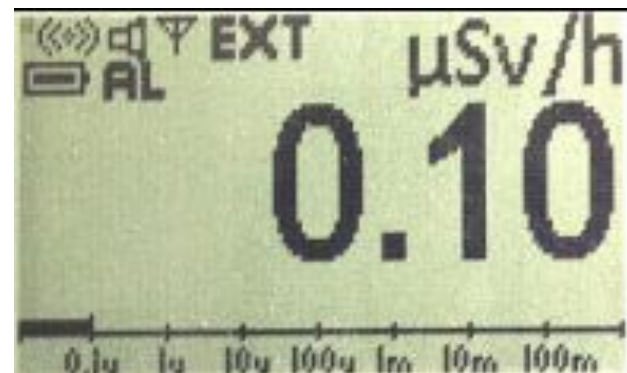


Przycisk włączania/wyłączania (On/Off)

Przycisk Menu



Styki do ładowania




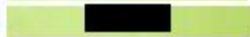

Naciśnięcie przycisku MENU [≡] pozwala zmieniać opcje ustawione fabrycznie

RADIOMETR RDS 31 - opcje menu

Opcja	Funkcja
OFF	Wyłączenie przyrządu (następuje natychmiastowo po naciśnięciu przycisku [0] o średniej długości).
DOSE	Sprawdzanie i zerowanie aktualnej wartości dawki skumulowanej.
MaxDR	Sprawdzanie i zerowanie aktualnej wartości dawki maksymalnej zarejestrowanej od ostatniego zerowania.
CHIRP	Regulacja czułości wizualnego i dźwiękowego wskaźnika impulsów.
FX.RAL	Sprawdzanie i zmiana aktywnego ustalonego poziomu progu systemu alarmowego dla mocy dawki.
XT.CLR / XT.RAL	Pokazuje się tylko, jeśli podłączono detektor zewnętrzny. Sprawdzanie i zmiana aktywnego poziomu progu systemu alarmowego detektora zewnętrznego.
¹⁾ SQ.RAL	Sprawdzanie i zmiana stanu sekwencyjnego systemu alarmowego dla mocy dawki.
FX.DAL	Sprawdzanie i zmiana aktywnego ustalonego poziomu progu systemu alarmowego dla wartości dawki.
¹⁾ SQ.DAL	Sprawdzanie i zmiana stanu sekwencyjnego systemu alarmowego dla wartości dawki.
TM.2.AL	Pokazywanie czasu pracy pozostałego do uruchomienia następnego alarmu dotyczącego dawki przy aktualnym poziomie mocy dawki.
DIAG	Uruchamianie przeprowadzenia wewnętrznej diagnostyki, sprawdzanie wersji oprogramowania i stanu naładowania baterii.
CONN	Uruchamianie połączenia z oprogramowaniem CSW-31 za pośrednictwem łącza RF.
HISTO	Posługiwanie się funkcjami histogramów i/lub ręczne przenoszenie do pamięci aktualnych wartości danych.
EXTRN.DETECT.	Pokazuje się tylko, jeśli podłączono detektor zewnętrzny. Sprawdzanie i zmiana ustawienia detektora zewnętrznego.

1) Funkcja opcjonalna, w zależności od konfiguracji

Przyciskiem on/off wchodzimy w wyświetlaną opcję i można dokonywać zmiany ustawień fabrycznych – nie zalecane !

Krótkie naciśnięcie przycisku, gdy zapali się 
 Naciśnięcie średniej długości, gdy zapali się 
 Długie naciśnięcie, gdy zapali się 



[E]



[E]



[E]



[E]



[E]



[E]



[E]



[E]



[E]



[E]



[E]

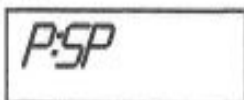


[E]

SOR/T - Dawkomierz grupowy i osobisty promieniowania gamma i neutronowego



W stan paazy dawkomierz ustawia się automatycznie po zainstalowaniu baterii, co sygnalizowane jest na wyświetlaczu napisem „P:SP”. Poniżej przedstawiono przykładowy wygląd wyświetlacza.



W stanie paazy dawkomierz okresowo, co 10 min., sprawdza sprawność układu elektronicznego i stan baterii. Migający znak „:” świadczy o jego poprawnej pracy. W razie wykrycia błędu na wyświetlaczu dawkomierza zostanie wyświetlony jeden z komunikatów o błędach (patrz punkt 7)

3. PRZESTAWIANIE NA TRYB POMIARU

Aby przestawić dawkomierz ze stanu paazy w stan pomiaru należy:

- krótko nacisnąć i zwolnić przycisk wyboru – na wyświetlaczu pojawi się następujący obraz:

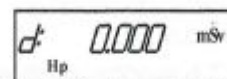


- po upływie ok. 3 sekund, wyświetlana jest następująca wiadomość:



w czasie, gdy wyświetlana jest powyższa wiadomość, nacisnąć i natychmiast zwolnić przycisk wyboru - wystąpi krótki sygnał dźwiękowy i zostanie przeprowadzony test wyświetlacza aktywujący cały jego obszar (jednocześnie wyświetlane są wszystkie możliwe znaki).

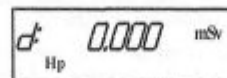
W przypadku pozytywnego wyniku testu dawkomierz przechodzi w tryb pomiaru. Na wyświetlaczu pojawia się wartość dawki głębokiej (Hp) w mSv z dokładnością do 3 liczb po przecinku (kropce). Przykład obrazu na wyświetlaczu:



W stanie tym naciśnięcie i natychmiastowe zwolnienie przycisku wyboru powoduje pokazanie przez 30 sekund wartości aktualnego równoważnika mocy dawki (w mSv/h).



Po 30 sekundach, ponownie wyświetlana jest wartość równoważnika dawki:



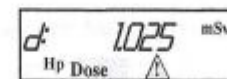
4. WSKAŹNIKI ALARMÓW

Dawkomierz posiada zaprogramowane progi alarmowe dla następujących wartości dawki i mocy dawki:

- próg ostrzegawczy (wstępny alarm) dla dawki 1 mSv;
- próg alarmowy (alarm) dla dawki 5 mSv;
- próg ostrzegawczy (wstępny alarm) dla mocy dawki 30 μ Sv/h
- próg alarmowy (alarm) dla mocy dawki 100 μ Sv/h

W przypadku przekroczenia zaprogramowanych progów alarmowych następuje uruchomienie alarmu, na wyświetlaczu pojawiają się naprzemiennie co 2 sekundy na 2 sekundy dodatkowe informacje (patrz przykłady poniżej dotyczące alarmu):

Po przekroczeniu progu ostrzegawczego dla dawki miga informacja „Dose” i symbol ostrzeżenia - Δ . Wartość dawki jest nadal wyświetlana (patrz poniżej):



Po przekroczeniu progu ostrzegawczego dla mocy dawki miga informacja „Rate” i symbol ostrzeżenia - Δ . Wartość mocy dawki jest nadal wyświetlana (patrz poniżej):



SOR/T - Dawkomierz grupowy i osobisty promieniowania gamma i neutronowego



Aby przejść na tryb pauzy należy wykonać następujące czynności:

- wcisnąć przycisk wyboru na około 10 sekund. W tym czasie kolejno będą wyświetlane następujące obrazy:

CHANGE

GO OUT

Gdy pojawi się informacja „GO OUT” należy natychmiast zwolnić przycisk wyboru. Na wyświetlaczu pojawi się obraz:

P-SP

Oznacza to, że dawkomierz znajduje się w stanie pauzy.

Po wyłączeniu dawkomierza wyniki pomiarów (dawki i mocy dawki) z poprzedniej sesji są kasowane i po kolejnym włączeniu dawka liczona jest od stanu zerowego.

Dawkomierz posiada natomiast pamięć wewnętrzną, w której okresowo – co 10 minut zapisywany (archiwizowany) jest poziom dawki i mocy dawki promieniowania oraz wszystkie zdarzenia (czas włączenia i wyłączenia dawkomierza, rodzaje i czas wystąpienia alarmów oraz sygnalizowanych błędów) Zapewniona jest możliwość rejestracji 750 kolejnych pomiarów oraz zdarzeń. W wypadku zapelnienia pamięci (zarejestrowania 750 pomiarów i zdarzeń) stare dane są zastępowane przez dane bardziej aktualne.

Wszystkie dane zarejestrowane w pamięci dawkomierza są przechowywane przez co najmniej 10 lat, również w przypadku braku zasilania (baterii).

Do odczytu zgromadzonych informacji niezbędne jest użycie specjalnego czytnika wraz z dedykowanym oprogramowaniem (np. czytnika XOM/T lub LDM-220 i oprogramowania DOSIMASS). Taki zestaw umożliwia ponadto zmianę ustawień konfiguracyjnych dawkomierza, w tym zmianę progów alarmowych, wyświetlanych jednostek pomiarowych (μSv , mSv , cGy , μSwh , mSwh , cGyh), okresu archiwizowania danych i wielu innych parametrów.

7. WYSZUKIWANIE I USUWANIE USTEREK

Problem	Możliwa przyczyna	Zalecane działanie
Dwa punkty świetlne migają pomimo, że dawkomierz jest w stanie użycia.	Wadliwe zasilanie: - brak baterii, - złe kontaktowanie baterii, - odwrócona polaryzacja baterii.	Zainstalować baterię. * Przeczyścić styki. Skierować baterię biegunem * + w stronę dawkomierza.
Komunikat "bAt -" pojawia się w trakcie stanu pauzy	Bateria częściowo rozładowana.	Przewidzieć możliwość szybkiej wymiany baterii. *
Komunikat "bAt - XX" pojawia się w trybie (POMIAR)	Bateria częściowo rozładowana. Całkowite rozładowanie nastąpi po 20 godz. (przy temp. 25 °C).	Przewidzieć możliwość szybkiej wymiany baterii. *
Komunikat "dF bAt" pojawia się co 3 min. na zmianę z normalnym trybem pracy wyświetlacza.	- Bateria rozładowana, - Brak baterii, - Inne przyczyny.	Wymienić baterię. * Zainstalować baterię. Skierować do punktu serwisowego.
Wadliwe działanie (błędy) Komunikaty: - "dF DEt" - "dF INt" - "dF Ext" - "dF Clt" - "dF E2P"	- błąd detektora, - błąd kalibracji - błąd parametrów zewnętrznych - awaria części wewnętrznej - błąd pamięci EEPROM	Skierować do punktu serwisowego.

* Bateria musi być wymieniona w ciągu jednej godziny

Radiometr CONTAMAT FHT 11 G-F



Radiometr CONTAMAT FHT 11 G-F pozwala na pomiar dawki skutecznej i równoważnej promieniowania α , β , γ w zależności od załączonego licznika:

- butanowy dla α i β – temp pracy 5 do 35 st. C
- ksenonowego dla γ – temp pracy -10 do 45 st. C

Zestawienie jednostek stosowanych w pomiarach promieniotwórczości

Układy jednostek, ich zależności i definicje	Wielkości promieniowania					
	Dawka ekspozycyjna	Moc dawki ekspozycyjnej	Dawka pochłonięta	Moc dawki pochłoniętej	Aktywność	Równoważnik dawki
Tradycyjny	rentgen R	rentgen na godzinę R/h	rad rd	red na godzinę rd/h	kiur (curie) Ci	rem
SI	kulomb na kilogram C/kg	amper na kilogram A/kg	grey Gy	grey na sekundę (godz.) Gy/s(h)	bekerelel Bq	siwert Sv
Zależności między jednostkami układów	$1 R = 2,58 \times 10^{-4} C/kg$	$1 R/h = 7,1666 \times 10^8 A/kg$	$1 rd = 1 cGy$	$1 rd/h = 1,18 R/h = 10^{-2} Gy/h$	$1 Ci = 3,7 \times 10^{10} Bq = 37 GBq$	$1 rem = 10 mSv$ $1 siverl = 100 remów$
Definicja	miara jonizacji powietrza pod wpływem promieniowania X lub gamma	przyrost dawki ekspozycyjnej w czasie	miara pochłonięcia energii promieniowania przez różne materiały	przyrost dawki pochłoniętej w czasie	liczba rozpadów w ciągu jednej sekundy	miara pochłaniania energii przez żywe organizmy (skutki biologiczne)

Pomiary radiacyjne - strefy

- Wyróżnia się:
- strefę ograniczonego czasu przebywania dotyczy to sytuacji podczas normalnej pracy urządzenia zawierającego źródło promieniowania.
- strefę awaryjną bardziej istotną ze względu na prowadzenie działań ratowniczych.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 roku w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz.U.Nr20,poz.168

Dawki Graniczne

Narażenie na promieniowanie zewnętrzne powinno być ograniczone i nie przekraczać wartości zwanych dawkami granicznymi. Określa się dawki graniczne dla osób:

- zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące (narażeni zawodowo), uczniowie studenci powyżej 18 lat.
- uczniowie studenci, praktykanci w wieku 16-18 lat.
- osoby z ogółu ludności uczniowie, studenci, praktykanci w wieku poniżej 16 lat. (osoby z ogółu ludności).

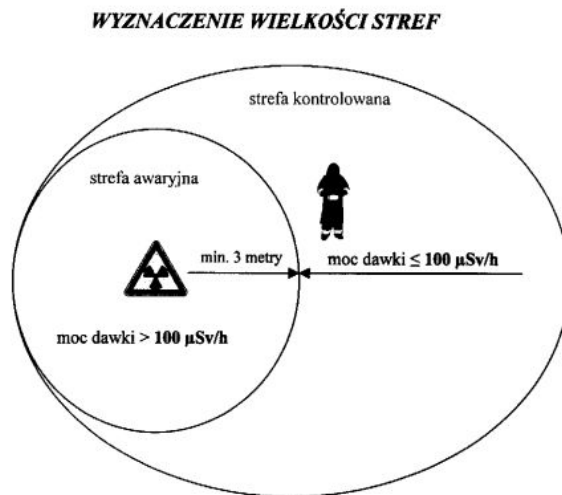
Narażony organ	Kategoria osób narażonych na promieniowanie jonizujące		
	Narażenie zawodowe	Osoby z ogółu ludności	Uczniowie, studenci praktykanci(16-18lat)
Całe ciało -Dawka skuteczna (efektywna) – suma dawek równoważnych pochłoniętych od zewnętrznego i wewnętrznego narażenia, wyznaczona z uwzględnieniem odpowiednich współczynników wagowych narządów lub tkanek, obrazująca narażenie całego ciała.	20 mSv/rok	1 mSv/rok (może nastąpić przekroczenie 1 mSv pod warunkiem, że suma z kolejnych 5 lat nie przekroczy 5 mSv)	6 mSv/rok
W soczewkach oczu	150 mSv/rok	15 mSv/rok	50mSv/ rok
W skórze i w innych tkankach	500 mSv/rok	50mSv/rok wartość średnia określona dla 1 cm ² powierzchni skóry, brak limitu dla kończyn	50 mSv/rok

**Dawka graniczna = 1mSv/rok = 0,02 mSv/tydzień = 0,00011mSv/h.
przy założeniu 8760 h/rok**

Wyznaczanie wielkości strefy awaryjnej

Strefa awaryjna - Jest to obszar wokół źródła promieniowania, gdzie w wyniku awarii radiacyjnej nastąpiło przekroczenie jednej z podanych wartości:

- mocy dawki równoważnej - $100 \mu\text{Sv/h}$,
 - mocy dawki pochłoniętej w powietrzu - $0,0087\text{cGy/h}$,
 - skażenia emiterami alfa - 370Bq/cm^2 ,
 - skażenia emiterami beta - 3700Bq/cm^2 .
- Oprócz tego warunku wprowadzono dodatkowo: **promień strefy awaryjnej nie może być mniejszy niż 3m (lub ściany pomieszczenia, budynku) a w terenie otwartym 30 m.**



Ocena narażenia

- ◆ DO OCENY NARAŻENIA NA PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE ISTOTNA JEST ZNAJOMOŚĆ DAWKI KTÓRĄ, MOŻNA OTRZYMAĆ W CZASIE PRZEBYWANIA W POBLIŻU ŹRÓDŁA PROMIENIOWANIA.
- ◆ Dawkę liczymy według poniższego wzoru:

$$D_p = D \times t$$

- ◆ D_p - Dawka pochłonięta
- ◆ D - moc dawki promieniowania np: 5 mSv/h
- ◆ t - czas narażenia na promieniowanie np. 15 min, 10 min.

Przykład 1:

$$D_p = 5 \text{ mSv/h} \times 0,25 \text{ h} \quad (0,25 \text{ h} = 15 \text{ min})$$

$$D_p = 1,25 \text{ mSv} \text{ (dawka pochłonięta} = \underline{1\text{mSv/rok}} \text{ - przekroczona !!!)}$$

Przykład 2:

$$D_p = 5 \text{ mSv/h} \times 0,16 \text{ h} \quad (0,16 \text{ h} = 10 \text{ min})$$

$$D_p = 0,8 \text{ mSv/h} \text{ (dawka pochłonięta} = \underline{1\text{mSv/rok}})$$

Strefa awaryjna, o promieniu określonym wg zasad podanych w tabeli:
wg Updating IAEA-TECDOC-953.EPR Method 2003

Sytuacja	Wstępny promień strefy awaryjnej
Nieuszkodzona przesyłka z nalepką I-biała, II-żółta, III-żółta	3 m wokół przesyłki
Uszkodzona przesyłka j.w.	30 m wokół przesyłki
Nieuszkodzona czujka dymu	brak
Nieosłonięte lub nieznane źródło (uszkodzone lub nieuszkodzone)	30 m wokół przesyłki
Plama skażeń (niewielka)	30 m wokół plamy
Duża (rozległa) plama skażeń	300 m wokół obszaru skażonego
Pożar, podejrzenie użycia „brudnej bomby”, wybuch lub obłoki dymu, obecność wypalonego paliwa, skażenia plutonem	300 m wokół
Ekspozycja o nieznanym przyczynie/pożar obejmujący broń jądrową (bez jej wybuchu)	1000 m

Działania podczas zdarzenia radiologicznego

- Powiadomić **PAA i Inspektora OR (tel. 22 19430 [CEZAR Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych Państwowej Agencji Atomistyki])**
- Izolować rejon wg wytycznych **KG PSP (maj 2009 r)**, oznakować go,
- Zweryfikować strefę awaryjną – granicę strefy wyznaczyć w miejscu, w którym moc dawki nie przekracza **100 μ Sv/h.**
- Podchodzić od strony zawietrznej,
- Odizolować osoby poszkodowane i skażone wyposażenie (**dekontaminacja RD 5**),
- Osoby ewakuowane ze strefy awaryjnej przekazać podmiotom ratownictwa medycznego z informacją o podejrzeniu skażenia,
- Wejście do strefy awaryjnej może nastąpić tylko w stanach zagrożenia życia lub zdrowia ludzi,
- Działania ratowniczo-gaśnicze wynikające z istniejącej sytuacji zastanej
- Odbiór, transport, przechowywanie i składowanie źródeł, odpadów i substancji tego typu dokonuje Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych. .

BHP podczas zdarzenia radiologicznego

- Używać sprzęt dozymetryczny w celu wyznaczenia strefy awaryjnej,
- Wykorzystywać odzież każdą ochronną i wszelkiego typu osłony,
- Wykorzystywać sprzęt ODO (ODO chroni przed promieniotwórczymi aerozolami - **nie chroni to przed promieniowaniem γ i X**),
- Wartości pomiarów zweryfikować przez służby wiodące (Inspektor OR, kierownik zakładu, osoba odpowiedzialna za bezpieczeństwo przesyłki podczas transportu) ,
- Rejestrować czas pobytu ratowników w strefie awaryjnej,
- W strefie awaryjnej przebywać jak najkrócej (**dawka jest wprost proporcjonalna do czasu przebywania np. 60 min = 1 mSv , 30 min = 0,5 mSv**) ,
- Nie zbliżać się do źródła promieniowania jeżeli nie jest to konieczne (**2 razy dalej = 4 razy bezpieczniej**)
- Dekontaminować osoby wychodzące ze strefy awaryjnej, ubrania traktować jako odpady niebezpieczne i zabezpieczać w workach foliowych,

PYTANIA?

