

# DAWKI PROMIENIOWANIA GAMMA

## Przeliczanie jednostek promieniowania

R [Rentgen]	Sv [Sivert]	mSv [miliSivert]	μSv [mikroSivert]
100	1	1000	1.000.000
10	0,1	100	100.000
1	0,01	10	10.000
0,1	0,001	1	1000
0,01	0,0001	0,1	100
0,001	0,00001	0,01	10
0,0001	0,000001	0,001	1
0,00001	0,0000001	0,0001	0,1
0,000001	0,00000001	0,00001	0,01

**Sivert** – jednostka wyrażająca ilość energii promieniowania, pochłonięta przez żywą tkankę w relacji do skutków biologicznych promieniowania

**Tab. 2. Przeliczanie jednostek promieniowania**

**μSv / h = 0,001 mSv / h - normalne tło promieniowania**

**10 μSv / h = 0,01 mSv / h - poważny wzrost promieniowania**

**100 μSv / h = 0,1 mSv / h - zagrożenie promieniotwórcze**

**1000 μSv / h = 1 mSv / h - awaria - ( 0,1R / h )**

**Tab. 3. Stopniowanie natężenie promieniowania**

Dawki rzędu kilkudziesięciu milisiwertów na godzinę są niebezpieczne dla zdrowia, w przypadku wielogodzinnego narażenia.

Dla ludzi, którzy są sporadycznie narażeni na kontakt z promieniowaniem, **Roczna Dopuszczalna Dawka** wynosi **6 milisiwertów** (6 mSv).

Już 1 siver to ogromne niebezpieczeństwo dla człowieka. Wartość 8 siverów to warunki, w których człowiek, wskutek zespołu popromiennego, umiera.

### **Roczne dawki promieniowania [mikroSiwert]**

<b>mSv</b>	<b>Roczne dawki promieniowania</b>
1,9	naturalne izotopy
0,8	przy okazji badań rentgenowskich
0,4	promieniowanie kosmiczne
0,1	odbiorniki telewizyjne i monitory
0,3	izotopy potasu promieniotwórczego w naszym organizmie
0,02	opad promieniotwórczy po próbnym wybuchach jądrowych
0,005	skutki Czernobyla

**Razem = 3,5 mSv** - w skali roku otrzymywana dawka promieniowania – **normalna**.

$$3,5\text{mSv} : (365 \text{ dni} \times 24 \text{ godz.}) = 3,5 \text{ mSv} : 8760 \text{ godz} = 0,00039954 \text{ mSv} / \text{h} \\ = 0,39954 \mu\text{Sv} / \text{h}$$

**Tab. 3. Roczne dawki promieniowania**

Według Polskiego Prawa Atomowego, **Roczna Dopuszczalna Dawka (RDD) promieniowania** dla zwykłego człowieka wynosi 1 milisiwert (1 mSv), inaczej mówiąc, tysiąc mikrosiwertów (1000  $\mu\text{Sv}$ ), pochodzących od źródeł sztucznych - poza medycznymi.

### **Choroba popromienna.**

Choroba popromienna to zespół objawów, które są efektem promieniowania jonizującego, oddziałującego na ludzki organizm, które jest szkodliwe dla człowieka, zarówno w przypadku pochłonięcia zbyt dużej dawki (np. w skutek awarii elektrowni jądrowej jak [awaria w Fukushima](#)), jak i w przypadku wielokrotnej ekspozycji na małe dawki promieniowania (np. pracując przy obsłudze aparatury emitującej promieniowanie).

Przyczyną choroby popromiennej może być także pochłonięcie izotopów promieniotwórczych drogą doustną lub wziewną, co może mieć miejsce np. w przypadku wybuchu bomby atomowej, czy awarii elektrowni jądrowej.

Człowiek może przyjąć zabójczą dawkę promieniowania jonizującego w sposób wewnętrzny lub zewnętrzny. Sposób wewnętrzny to na przykład spożycie napromieniowanego pokarmu, wody lub przez rany. Sposób zewnętrzny to przyjęcie promieniowania unoszącego się w postaci pyłu radioaktywnego.

### ***Najczęstsze objawy choroby popromiennej***

Choroba popromienna to dolegliwość, która może mieć przebieg ostry lub przewlekły. Warto zatem wiedzieć, że jej objawy mogą pojawić się zarówno w ciągu kilku, czy kilkudziesięciu godzin po przyjęciu dawki promieniowania, jak i po kilkunastu latach od ekspozycji. Co istotne, im krótszy czas ujawnienia się objawów tym cięższy jest z reguły przebieg choroby. W przypadku ostrej choroby popromiennej najczęstsze objawy to ogólne osłabienie, skaza krwotoczna, niewydolność nerek, a nawet śmierć, która może nastąpić w ciągu kilku godzin. Przewlekła choroba popromienna charakteryzuje się natomiast tym, że jej objawy ujawniają się z reguły dopiero po wielu latach, a najczęściej wymienia się wśród nich:

- rozwój nowotworów złośliwych (zwłaszcza białaczki i chłoniaków oraz nowotworów tarczycy i układu kostnego);
- przyspieszenie starzenia się organizmu oraz skrócenie długości życia;
- bezpłodność (z reguły tymczasową),
- uszkodzenie genomu komórek płciowych (co zwiększa ryzyko wystąpienia wad wrodzonych potomstwa),
- zaburzenia hormonalne,
- zaćmę.

### ***Choroba popromienna - skutki***

Najpoważniejszym skutkiem choroby popromiennej jest oczywiście śmierć, która może nastąpić zarówno w ciągu kilku godzin od przyjęcia dużej dawki promieniowania jonizującego, jak i dopiero po wielu latach, ponieważ przyczynić może się do niej objaw nasilający się przez długi czas.

W efekcie, skutki choroby popromiennej klasyfikuje się jako deterministyczne oraz stochastyczne. W pierwszym przypadku skutek jest efektem przyjęcia ściśle określonej dawki promieniowania, czego przykładem może być np. rumień. Inaczej wygląda to w przypadku

skutków stochastycznych, które ujawniają się z reguły po wielu latach od przyjęcia dawki promieniowania.

Przykładem mogą być wcześniej wspomniane nowotwory, w przypadku których trudno określić szkodliwą dawkę, ponieważ do ich rozwoju może przyczynić się również wielokrotna ekspozycja na niewielkie promieniowanie jonizujące. Co istotne, skutkiem także może być śmierć, jednak nie jest ona bezpośrednio spowodowana chorobą popromienną.

Podsumowując należy stwierdzić, że choroba popromienna to groźna dolegliwość, która jest efektem nadmiernej ekspozycji na promieniowanie. Co istotne, żadne dotychczasowe badania nie określiły w stu procentach bezpiecznej dla człowieka dawki promieniowania jonizującego.

### **Dawki promieniowania i potencjalne skutki zdrowotne:**

<b>Dawka</b>	<b>Opis</b>
0.11 $\mu\text{Sv}$	Przebywanie przez rok w promieniu 100 km od elektrowni jądrowej
0.38 $\mu\text{Sv}$	Przebywanie przez rok w promieniu 100 km od elektrowni węglowej
1 $\mu\text{Sv}$	Używanie monitora komputerowego CRT przez rok
1.2 $\mu\text{Sv}$	Przebywanie przez jeden dzień na obszarze o podwyższonym poziomie promieniowania naturalnego
2 $\mu\text{Sv}$	Prześwietlenie promieniowaniem rentgenowskim w jamie ustnej
10 $\mu\text{Sv}$	Dawka promieniowania naturalnego, jaką przyjmuje przeciętny człowiek podczas jednego dnia
20 $\mu\text{Sv}$	Opad promieniotwórczy po próbnym wybuchach jądrowych
70 $\mu\text{Sv}$	Życie w betonowym budynku przez rok
100 $\mu\text{Sv}$	Prześwietlenie klatki piersiowej,
250 $\mu\text{Sv}$	Roczny dopuszczalny limit emisji promieniotwórczości dla elektrowni atomowej (EPA)
390 $\mu\text{Sv}$	Roczna dawka pochodząca z naturalnego potasu w organizmie człowieka
400 $\mu\text{Sv}$	Mammografia
1 mSv	Dopuszczalna bezpieczna roczna dawka promieniowania na jedną osobę (EPA)
1,9 mSv	Izotopy występujące w naturze
2,5 mSv	Średnia roczna dawka od promieniowania naturalnego dla mieszkańca Polski
7 mSv	Tomografia komputerowa (CT) – Klatka piersiowa
10 mSv	Tomografia komputerowa (CT) – Brzuch i miednica
20 mSv	Dopuszczalna roczna dawka dla pracownika zatrudnionego w warunkach

	narażenia na promieniowanie jonizujące
100 mSv	Roczna dawka promieniowania, która wyraźnie podnosi ryzyko zachorowania na raka. Dawka graniczna dla pracowników radiologicznych i służb ratowniczych w sytuacjach wyjątkowych
400 mSv	Dawka wywołująca chorobę popromienną (o ile została przyjęta w krótkim czasie)
500 mSv	Dawka graniczna w wyjątkowych sytuacjach dla osób uczestniczących w działaniach interwencyjnych, przy ratowaniu życia ludzkiego, (dopuszczona przez Polskie prawo na mocy prawa międzynarodowego)
1 Sv	Choroba popromienna, nudności, zmniejszenie lub całkowity zanik liczby krwinek powodujące obniżenie zdolności obronnych ustroju i wystąpienie w wyniku tego ciężkich zakażeń
2 Sv	Poważna choroba popromienna, nudności i wymioty, w niektórych przypadkach może skutkować śmiercią,
4 Sv	Bardzo poważna choroba popromienna, szansa na przeżycie tylko przy odpowiednim i długotrwałym leczeniu
5 Sv	<b>Bardzo poważna choroba popromienna, wysoka śmiertelność</b>
8 Sv	<b>Dawka śmiertelna bez względu na sposób leczenia</b>
30 Sv	<b>Śmierć po 2-3 tygodniach</b>
100 Sv	<b>Nagłe wymioty, śpiączka, śmierć w ciągu kilku godzin</b>