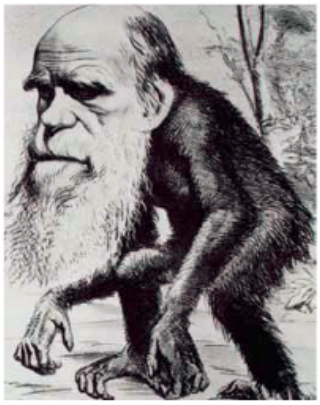
Promieniowanie, które nas otacza

Ludwik Dobrzyński
Wydział Fizyki Uniwersytetu w Białymstoku
Instytut Problemów Jądrowych im. A.Sołtana, Świerk
Łukasz Adamowski
Instytut Problemów Jądrowych im. A.Sołtana, Świerk
http://dsid.ipj.gov.pl/

Festiwal Nauki, Warszawa, wrzesień 2009

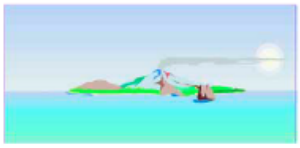
Działania promieniowania, w tym jonizującego, nie można rozpatrywać w oderwaniu od życia



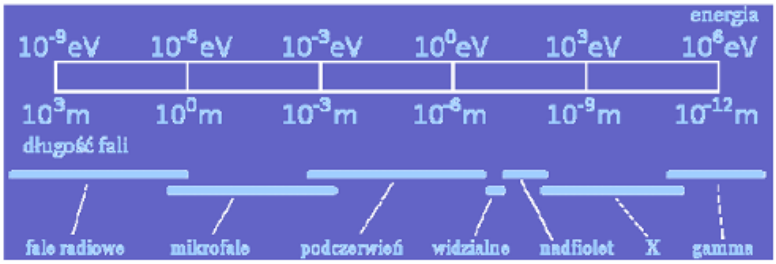
- Życie powstało dawno – miliardy lat temu
- Promieniowanie, w tym jonizujące, też istnieje od dawna – od początku świata
- Czy dawniej było mniejsze?
- I czy zaszkodziło organizmom żywym?

Promieniowanie jest wszędzie

- Piękne promienie słoneczne mają swe źródło w reakcjach jądrowych, a w górach i morzach znajdują się znaczące ilości substancji promieniotwórczych.
- Podczas aktywności wulkanicznej do atmosfery zostają wyrzucone znaczne ilości materiałów promieniotwórczych



Promieniowanie elektromagnetyczne: słoneczne, ale nie tylko

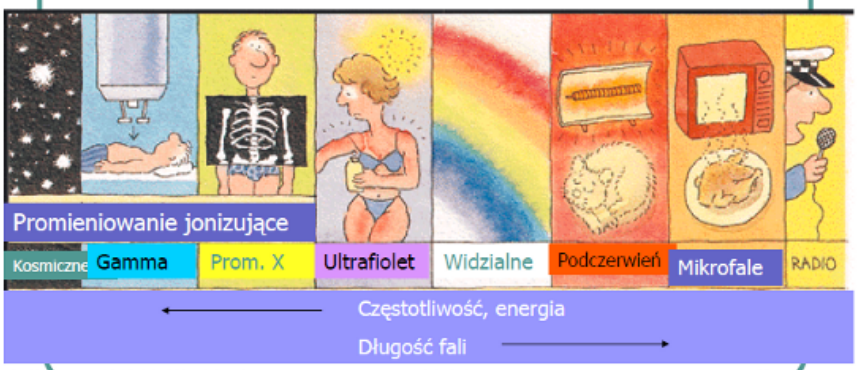


Długość fal elektromagnetycznych obejmuje zakres ponad 15 rzędów wielkości

Promieniowanie widzialne, to obszar zaledwie 0,4 - 0,7 μm.

1 eV = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ J . Promieniowanie żółte niesie energię ok. 2 eV

Wykorzystanie



Długość fali: 0,1nm 0,5 µm 1 m

Aktywność

- Aktywność źródła promieniotwórczego mierzymy w bekerelach (Bq): 1 Bq oznacza jeden rozpad na sekundę
- Dawną jednostką aktywność był kiur (Ci) – aktywność 1 grama radu: 1 Ci = 37 miliardów Bq

Czy 1 Bq, to duża aktywność?

- Aktywność promieniotwórczego potasu (^{40}K) w naszym ciele, to w wypadku dorosłego człowieka około 4000-6000 Bq.
- W naszych mieszkaniach aktywność radonu wynosi około 50 Bq/m^3
- Chociaż silne źródło promieniowania gamma, jakim jest źródło ^{60}Co zawiera miliardy bekereli i może zabić z odległości 5 metrów, jest nieszkodliwe z odległości 100 metrów
- 1 Bq opisuje aktywność ok. 27 razy większą niż 1 pCi, ale w sumie jest bardzo małą jednostką aktywności

Dawka pochłonięta

energia promieniowania, deponowana w jednostce masy danego materiału.

Mierzymy ją w grejach: 1 Gy = 1 J/kg

1 Gy = 100 rad

Ile wynosi dawka pochłonięta?

- **Prześwietlenie klatki piersiowej promieniowaniem X skutkuje dawką rzędu 0,0001 Gy.**
- **Średnio dostajemy od natury 3,3 mGy/rok**
- **1 grej jest dużą dawką. Dawka pochłonięta 3-4 Gy, dostarczona jednorazowo na całe ciało, może okazać się śmiertelną**

Dawka równoważna (lub równoważnik dawki)

dawka pochłonięta
z uwzględnieniem efektu
biologicznego danego rodzaju
promieniowania

$$H = D \times w_R \left[\frac{J}{kg}\right] \Leftrightarrow [Sv]$$

Dawkę równoważną wyrażamy w siwertach: 1 Sv = 100 rem

Np. promieniowanie alfa jest z biologicznego punktu widzenia ok. 20-krotnie „mocniejsze" niż promieniowanie X lub γ, tak więc dawka równoważna dla promieniowania α będzie 20 razy większa niż dla promieniowania X o tej samej energii

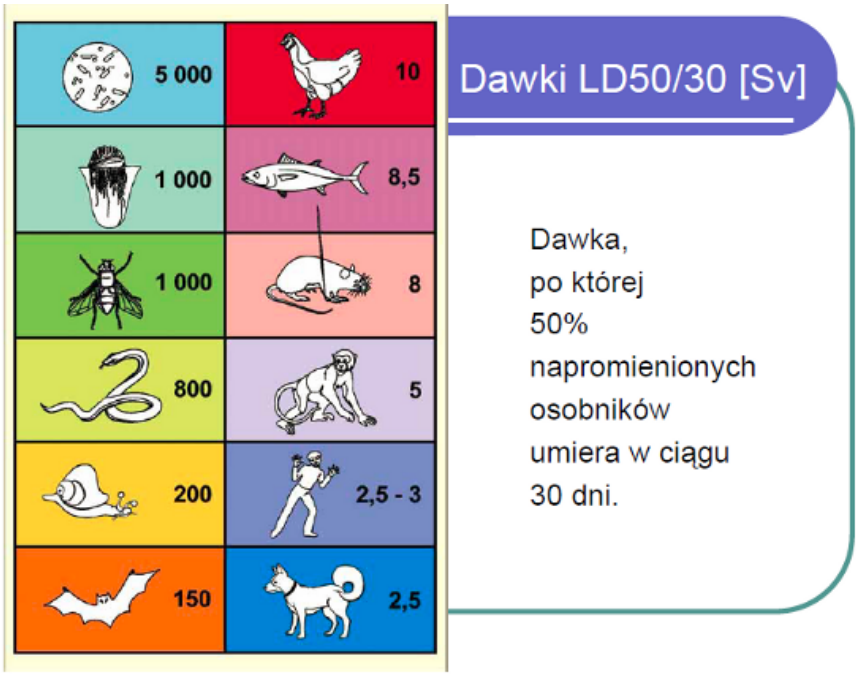
Dawka równoważna (lub równoważnik dawki)

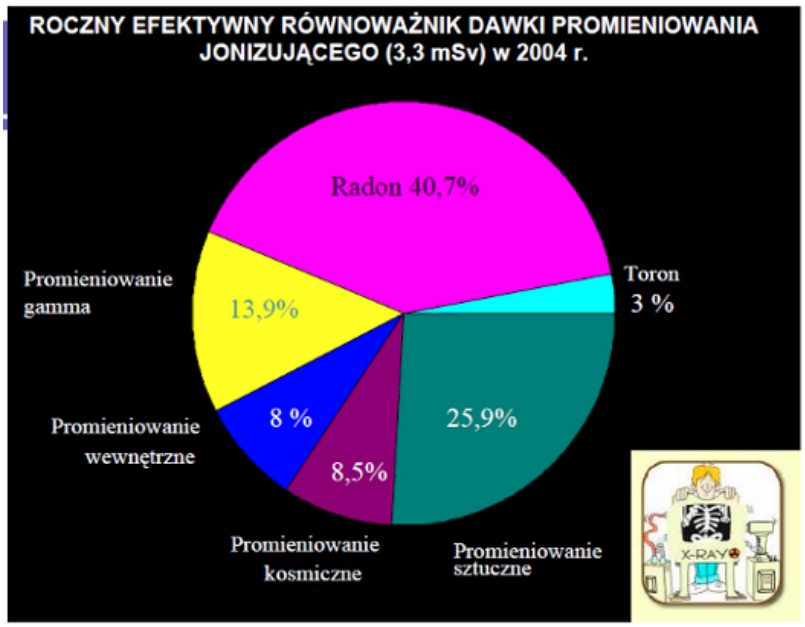
Rodzaj promieniowania, energia $H = D \times w_R \left[\frac{J}{kg}\right] \Leftrightarrow [Sv]$	współczynnik wagowy promieniowania w_R
Fotony, wszystkie energie	1
Elektrony i miony, wszystkie energie	1
Neutrony, energie < 10 keV	5
Neutrony, energie > 10 keV do 100 keV	10
Neutrony, energie > 100 keV do 2 MeV	20
Neutrony, energie > 2 MeV do 20 MeV	10
Neutrony, energie > 20 MeV	5
Protony z wyłączeniem protonów odrzutu, energie > 2 MeV	5
Cząstki alfa, fragmenty rozszczepienia, ciężkie jądra	20

Dawka efektywna (skuteczna)

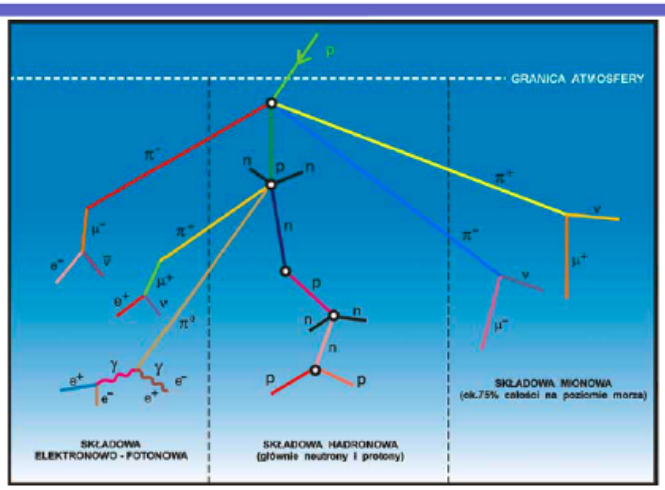
- Każdy narząd reaguje inaczej, a więc z dawki dostarczonej do całego ciała inny ułamek przypada na gonady (20%), a inny na powierzchnię kości (1%) lub skórę.
- Czynniki wagowe dla poszczególnych narządów:

0.01	0.05	0.12	0.20
Powierzchnia kości	Pęcherz	Szpik	Gonady
Skóra	Pierś	Jelito grube	
	Wątroba	Płuca	
	Trzustka	Żołądek	
	Tarczyca		
	Inne		

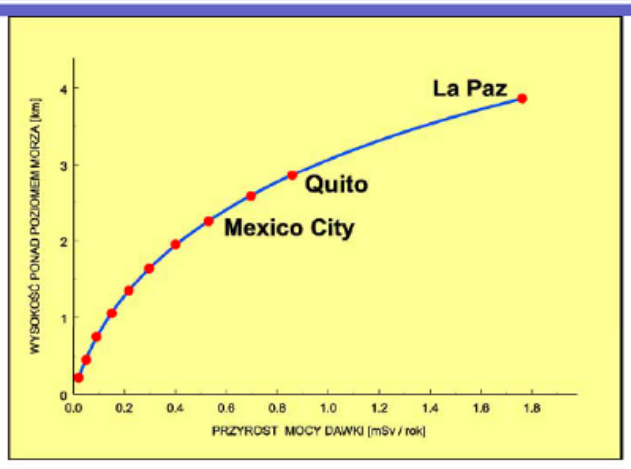

5 000
10
1 000
8,5
1 000
8
800
5
200
2,5 - 3
150
2,5
Dawki LD50/30 [Sv]
Dawka,
po której
50%
napromienionych
osobników
umiera w ciągu
30 dni.


ROCZNY EFEKTYWNY RÓWNOWAŻNIK DAWKI PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO (3,3 mSv) w 2004 r.
Radon 40,7%
Toron
3 %
Promieniowanie gamma
13,9%
Promieniowanie wewnętrzne
8 %
8,5%
25,9%
Promieniowanie kosmiczne
Promieniowanie sztuczne
X-RAY

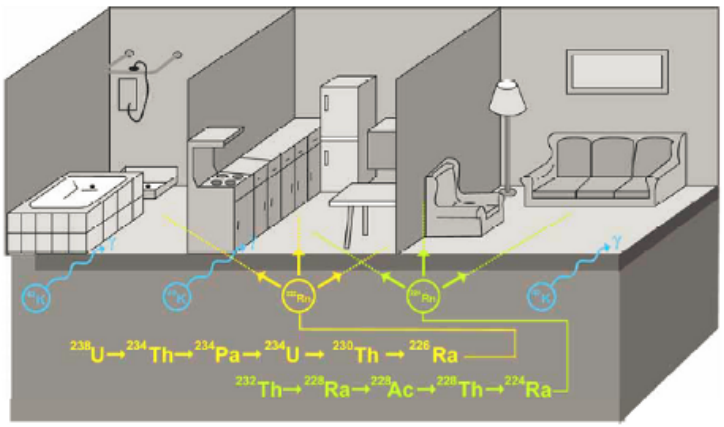
Promieniowanie kosmiczne



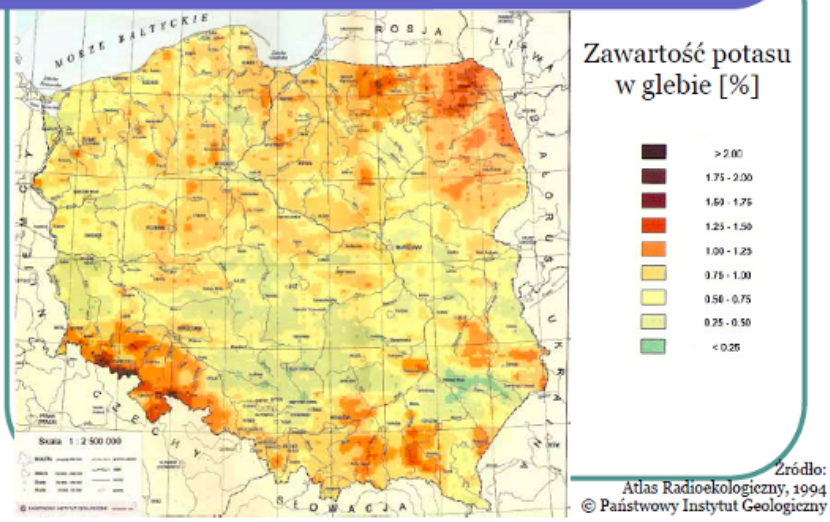
Im wyżej, tym większa dawka



Radon i toron

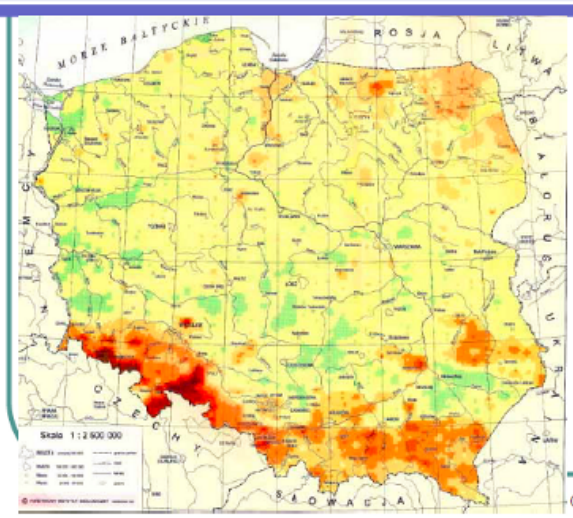


Promieniotwórczość naturalna w Polsce



Źródło:
Atlas Radioekologiczny, 1994
© Państwowy Instytut Geologiczny

Promieniotwórczość naturalna w Polsce

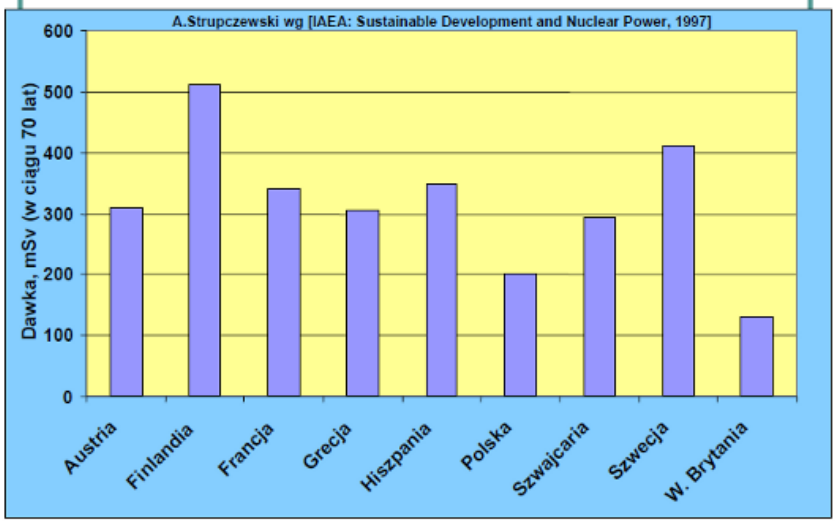


Moc dawki promieniowania gamma [nGy/h]

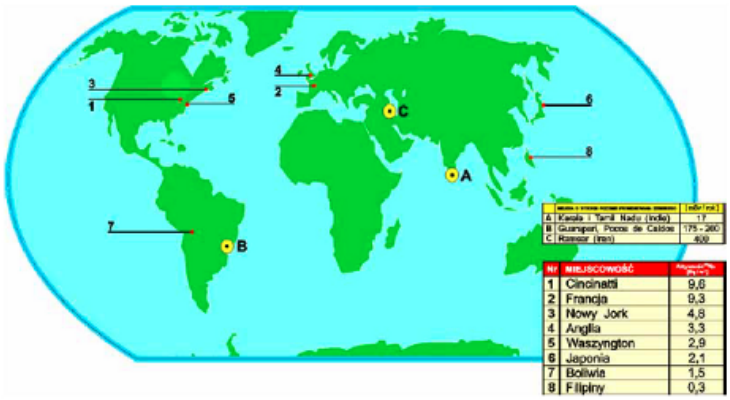
- > 90
- 80 - 90
- 70 - 80
- 60 - 70
- 50 - 60
- 40 - 50
- 30 - 40
- 20 - 30
- < 20

Źródło:
Atlas Radioekologiczny, 1994
© Państwowy Instytut Geologiczny

Promieniowanie - nieodłączny element naszego środowiska



Miejsca o wysokim poziomie promieniowania



	[mSv/rok]
A Kerala i Tamil Nadu (Indie)	17
B Guarapari, Pocos de Caldas	175 - 260
C Ramsar (Iran)	400

Nr	MIEJSCOWOŚĆ	
1	Cincinatti	9,6
2	Francja	9,3
3	Nowy Jork	4,8
4	Anglia	3,3
5	Waszyngton	2,9
6	Japonia	2,1
7	Boliwia	1,5
8	Filipiny	0,3

Promieniowanie wewnętrzne:

izotop	aktywność [1 Bq = 1 rozpad/sekundę]	rodzaj promieniowania	zasięg w ludzkim ciele
^{3}H	75 Bq	β	0,5 µm
^{14}C	2690 Bq	β	39 µm
^{40}K	4340 Bq	β (90%) γ (10%)	1600 µm (nie dotyczy)
^{87}Rb	625 Bq	β	95 µm

Te izotopy znajdują się w naszym pożywieniu i powietrzu, którym oddychamy.
Są one niezbędne dla naszego zdrowia.
W sumie produkują niewielkie promieniowanie.

Promieniowanie wewnętrzne związane z ludzką działalnością

Opad promieniotwórczy po próbach z bronią jądrową

- Izotopy promieniotwórcze trafiają do organizmu drogą pokarmową oraz przez wdychanie
- W zasadzie wszyscy ludzie są narażeni na taki efekt

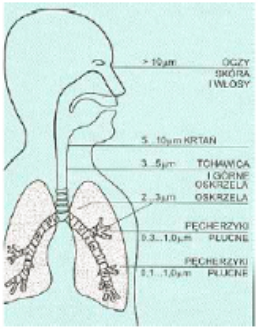
Wypadki przemysłowe i odpady promieniotwórcze

- Czernobyl
- Three Mile Island
- Porzucone źródła w b. ZSRR

Własności fizyczne a rozkład izotopów w organizmie

W płucach i węzłach chłonnych mogą osadzać się bardzo małe cząsteczki materiałów promieniotwórczych

Te mogą napromieniowywać narządy wewnętrzne, a czas napromienianie zależy od okresu połowicznego zaniku izotopu oraz od biologicznego czasu życia pierwiastka w organizmie.



Własności cząstek a wnikanie ich do organizmu

- Cząsteczki, które nie rozpuszczają się w wodzie przenikają drogą inhalacji; małe cząstki dostające się do płuc mogą w nich przebywać bardzo długo
- Większe cząstki zainhalowane lub połknięte mogą zostać wydalone z organizmu

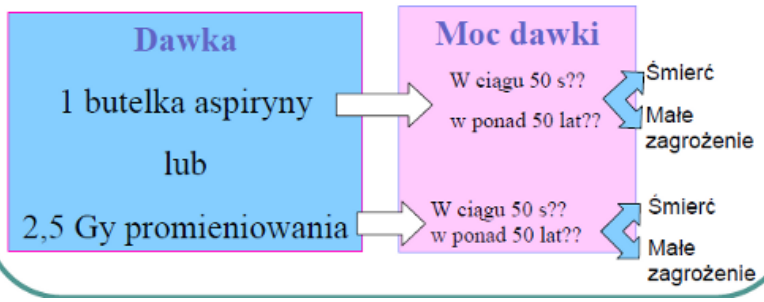
Dawki od sztucznych źródeł

Około 0,70 mGy/rok

Procedury medyczne	0,53
Produkty użytkowe	0,10
Przelot samolotem nad oceanem	0,02
Stary telewizor kolorowy	0,01
Spanie z drugą osobą	0,01
Pozostałość opadów z testów	<0,01
Przemysł jądrowy	<0,01

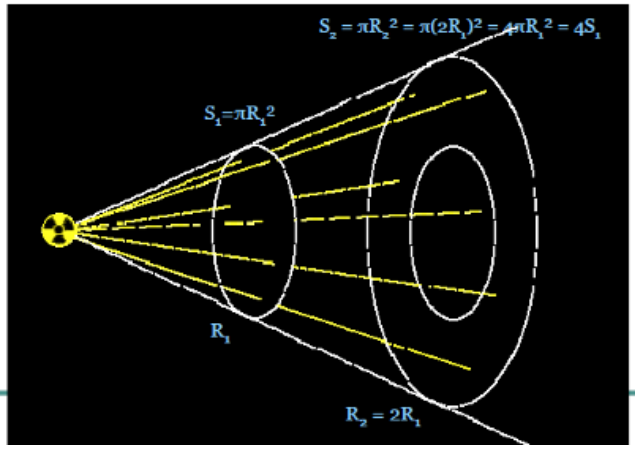
Moc dawki

Skutki *dawki* zależą od *mocy dawki*,
a więc od tempa jej dostarczenia do organizmu



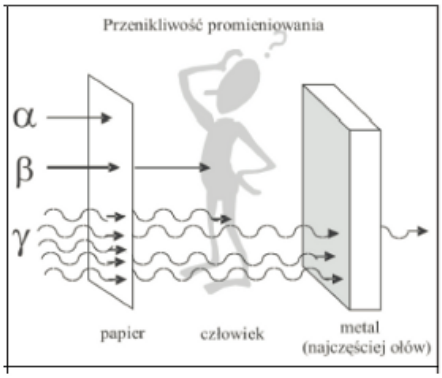
Odległość od źródła

Sposób pierwszy: zwiększamy odległość od źródła promieniowania.



Osłony

Sposób drugi: stosujemy osłony osłabiające promieniowanie.



Czas przebywania w polu promieniowania

- Sposób trzeci: przebywamy jak najkrócej w pobliżu źródeł promieniowania.
- Jeśli już trzeba podejść blisko do miejsca, gdzie mimo osłon jest sporo promieniowania, należy przebywać tam krótko, by otrzymać jak najmniejszą dawkę promieniowania.

Higiena osobista

- Sposób czwarty: myjemy ręce przed jedzeniem.
- Skażenie promieniotwórcze, to wybrudzenie się. Obojętne, czy będą to substancje promieniotwórcze, czy chemiczne toksyny, wirusy i bakterie, czy po prostu zwykły brud – wprowadzenie tego skażenia do wnętrza ciała, np. drogą pokarmową może być niebezpieczne
- W radiologii obowiązują te same przepisy BHP, co w normalnym życiu!

Wnioski końcowe

- Promieniowanie jonizujące jest częścią naszego środowiska
- Odporność człowieka na promieniowanie jest na tyle duża, że w toku ewolucji nie było potrzeby wykształcenia zmysłu czułego na poziom promieniowania
- Nadmierny strach przed promieniowaniem, w szczególności wyrażony przez hipotezę LNT, prowadzi tylko do nadmiernych wydatków na ochronę radiologiczną i nakręcania spirali strachu
- Dzięki zastosowaniu promieniowania jonizującego uratowano zdrowie i życie milionów ludzi
- Źródła promieniowania jonizującego stosujemy szeroko w życiu codziennym i nie ma powodu, aby odczuwać z tego powodu jakikolwiek strach, co nie oznacza, że należy lekceważyć zasady bezpiecznej pracy ze źródłami promieniotwórczymi
- Wiemy jak się chronić przed promieniowaniem

Prysznic z cząstek promieniowania jonizującego

Przez każdego z nas przenika około 15 000 cząstek/sekundę promieniowania jonizującego!

W trakcie oglądania tej prezentacji przez każdego z Państwa przejdzie około 60 000 000 cząstek

Dlaczego więc żyjemy?

Oto jest pytanie!