



*Promieniowanie to
coś, czego boją się
wszyscy ludzie –
oprócz specjalistów*



Łukasz Koszuk

Krzysztof Ciupek

Monika Szymańska

W przyrodzie istnieją trzy sposoby przekazywania energii:

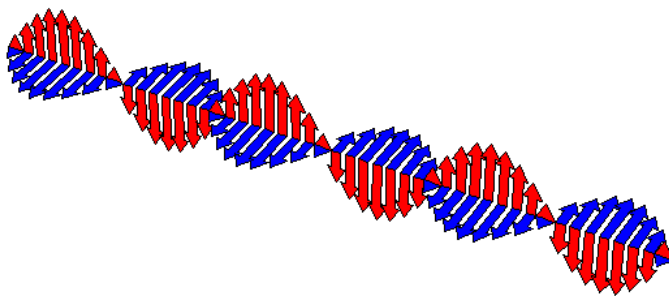
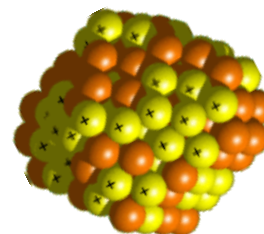
1. KONWEKCJA



2. PRZEWODNICTWO
elektryczne i ciepłe



3. PROMIENIOWANIE



PROMIENIOWANIE

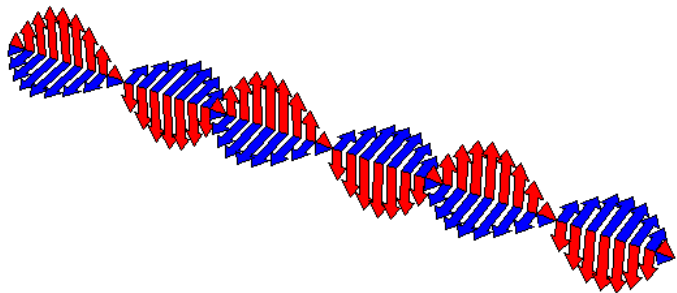
to wysyłanie i przenoszenie energii

Podział promieniowania ze względu na sposób jego oddziaływania z materią na:

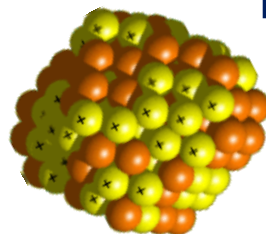
- promieniowanie jonizujące (promieniowanie kosmiczne, X, pochodzące z pierwiastków promieniotwórczych)
- promieniowanie nie- jonizujące (światło UV, promieniowanie ciepłe, mikrofałe czy fale radiowe)

RODZAJE PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO

elektromagnetyczne:

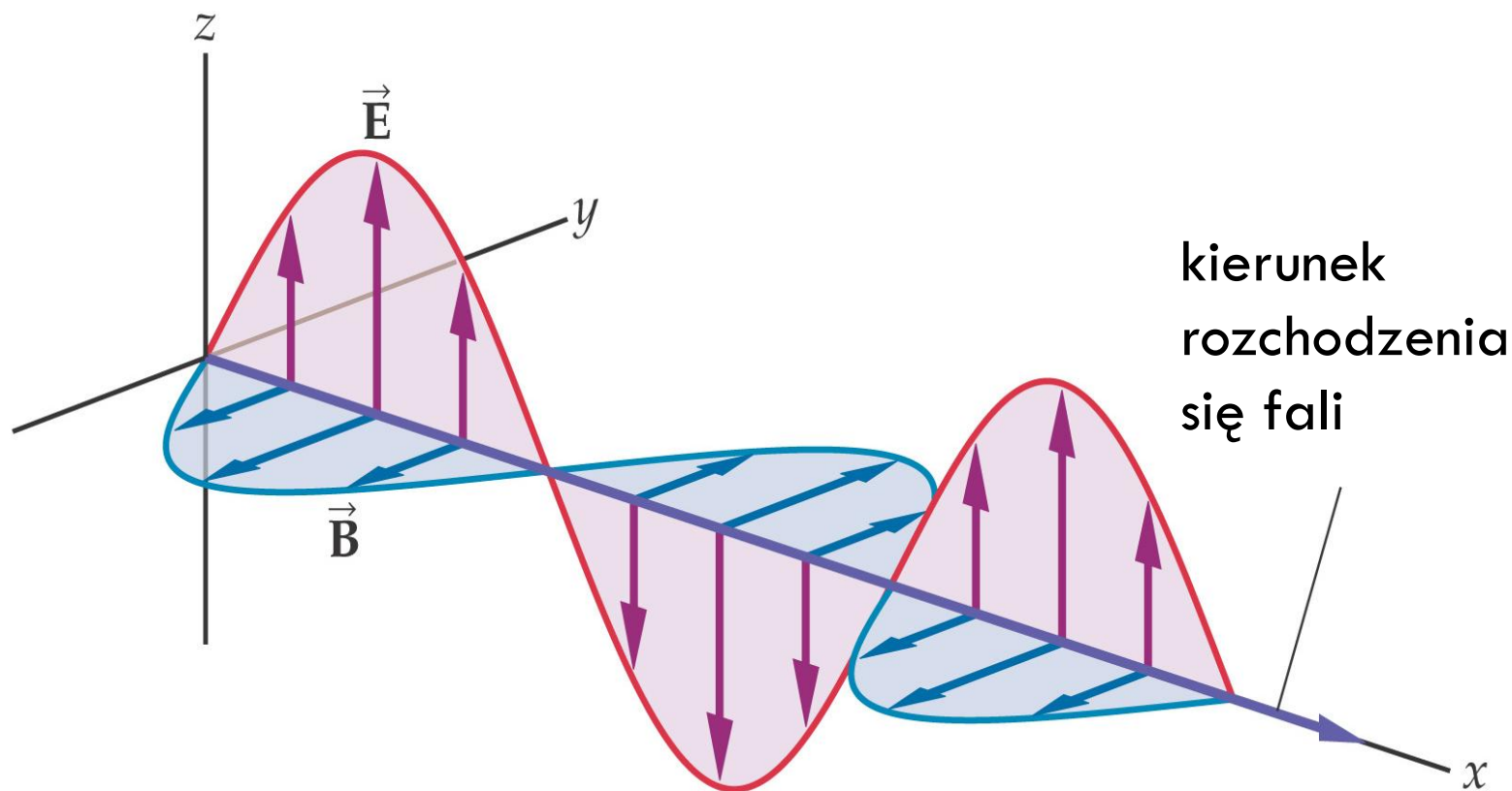


korpuskularne, np. alfa:



...a także beta,
neutronowe,
protonowe

Fala elektromagnetyczna to drgające w płaszczyznach do siebie prostopadłych pola elektryczne i magnetyczne



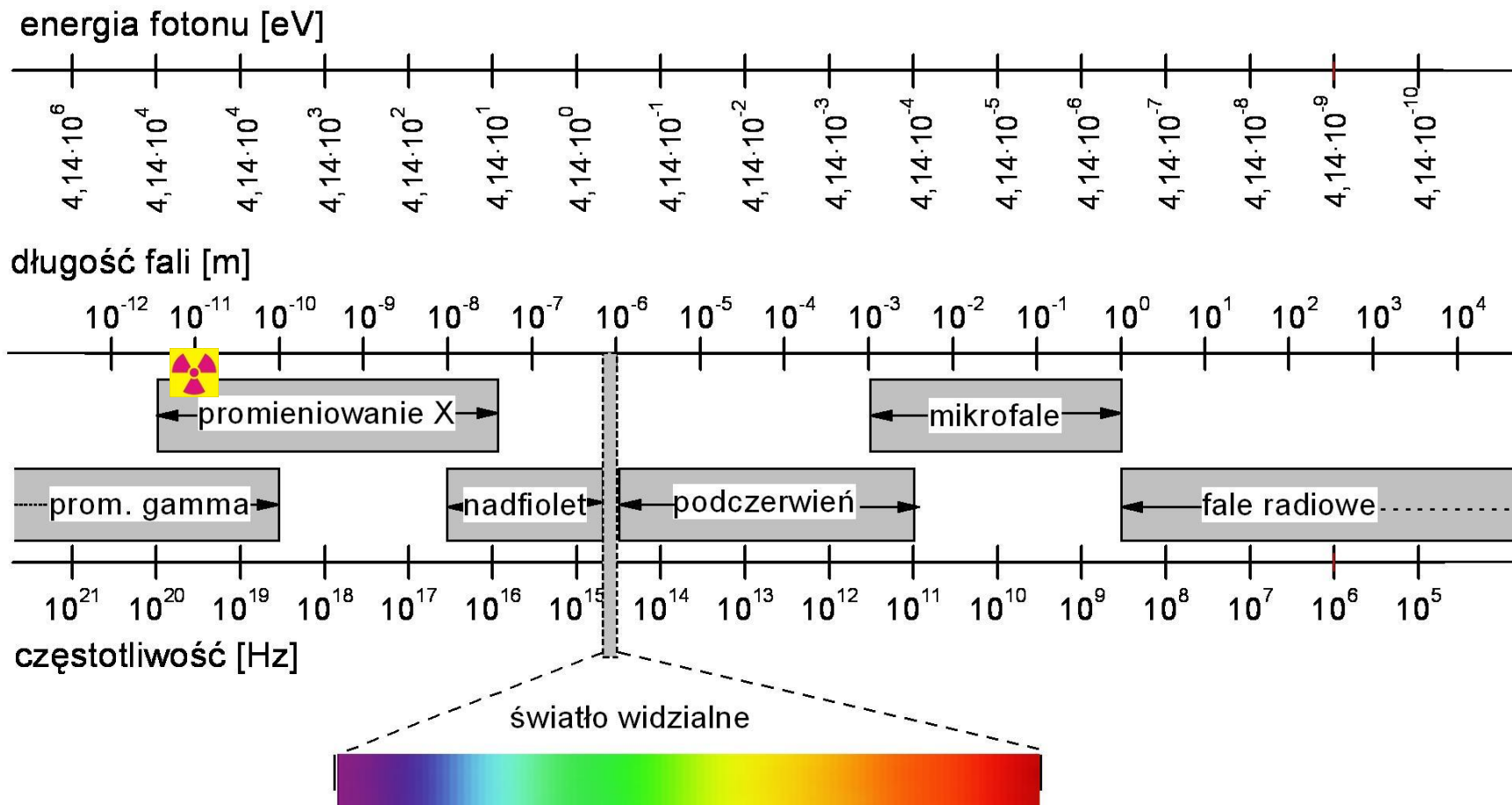
UWAGA !!!

Promieniowanie elektromagnetyczne możemy traktować również jako strumień małych porcji energii (kwantów), nazywanych **fotonami**.

Pojedynczy foton niesie energię:
 $E = h\nu = hc/\lambda$ oraz pęd **$p = h\nu/c = h/\lambda$**

I uwaga, tak opisany foton jest cząstką bez masy! Stała **h** to stała przyrody, nazywana **stałą Plancka**, o wartości liczbowej wynoszącej:
 $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ [dżul · sekunda] = $4,136 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$

Widmo promieniowania elektromagnetycznego



Promieniowanie alfa
= jądra helu ${}^4\text{He}$

Promieniowanie beta $^-$
= elektrony swobodne

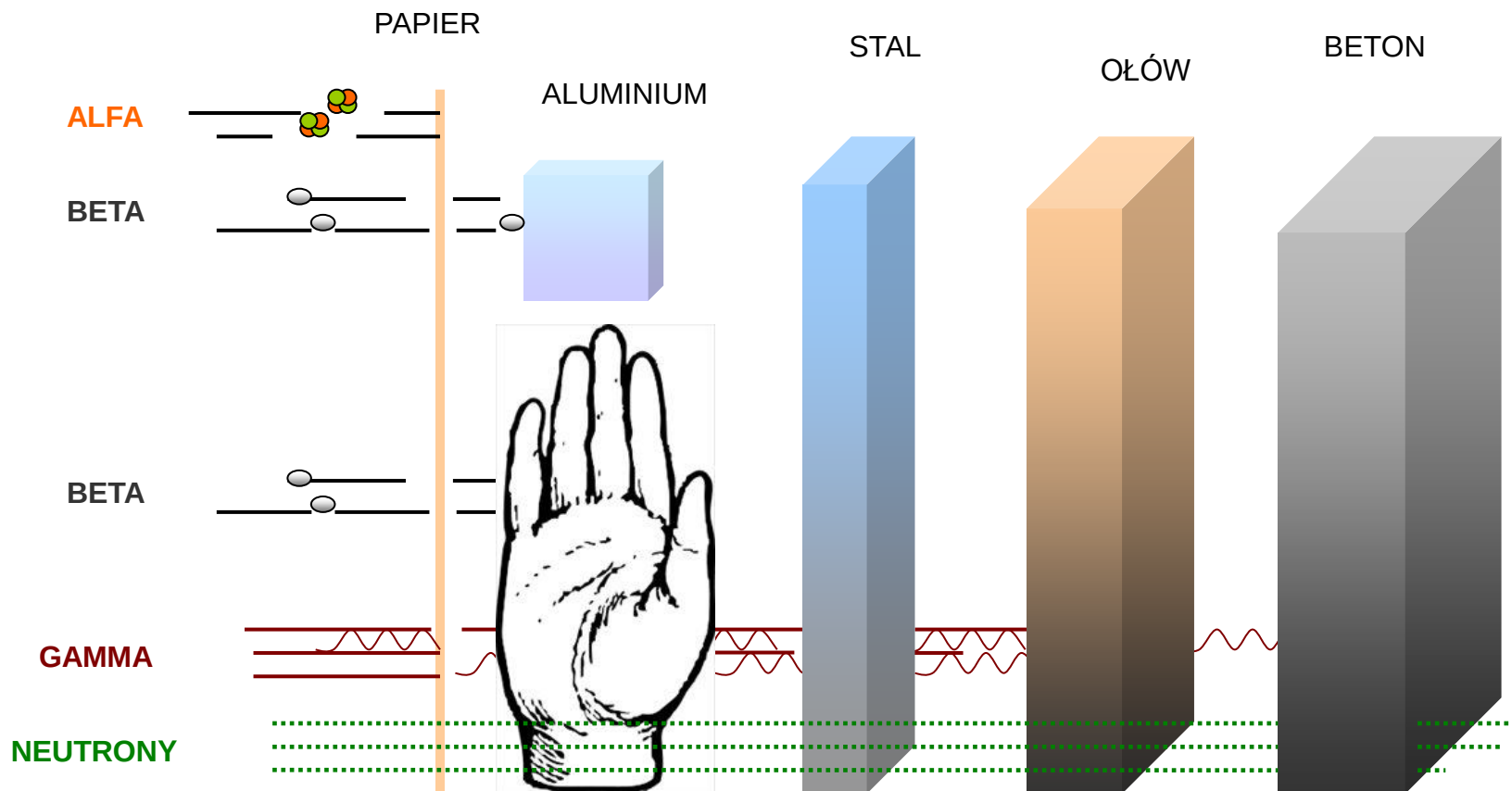
Spontaniczna przemiana

Proces wysyłania energii w postaci
promieniowania jonizującego nosi
nazwę **promieniotwórczości**

promieniotwórczy



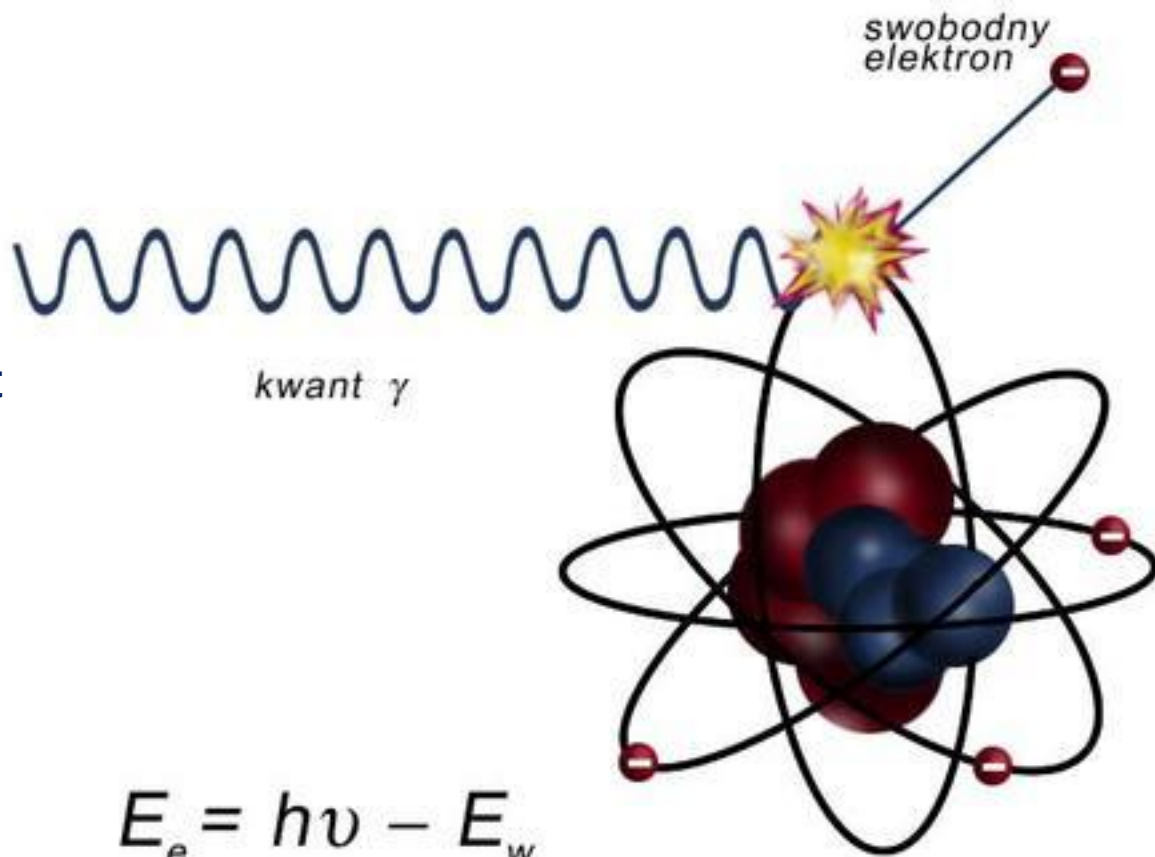
Przenikliwość promieniowania jonizującego



Jonizacja polega na pozbawieniu obojętnego elektrycznie atomu (w którym liczba elektronów jest równa liczbie protonów) jednego lub kilku elektronów. W wyniku jonizacji atomy przekształcają się w jony dodatnie, zaś elektrony uwolnione z ich orbit stają się elektronami swobodnymi

-**jonizacja bezpośrednia**
(bezpośrednie zderzenie cząstki jonizującej z atomami i cząsteczkami ośrodka)

-**jonizacja pośrednia**



$$E_e = h\nu - E_w$$

E_w - energia wiązania elektronu w atomie

Według „Prawa Atomowego” źródłem promieniowania jonizującego mogą być:

Źródło promieniotwórcze, czyli substancja promieniotwórcza przygotowana do wykorzystania jej promieniowania jonizującego,

Urządzenie zawierające takie źródło, np. aparat kobaltowy, potocznie zwany bombą kobaltową,

Urządzenie wytwarzające promieniowanie jonizujące, np. aparat rentgenowski, akcelerator,

Urządzenie emitujące substancje promieniotwórcze.

Źródła promieniotwórcze możemy podzielić na

otwarte i zamknięte

Źródło zamknięte

to substancja promieniotwórcza zamknięta szczelnie w obudowie (kapsułce) trwałej i odpornej na działanie czynników zewnętrznych, która uniemożliwia rozproszenie substancji promieniotwórczej i jej bezpośredni kontakt z otoczeniem w normalnych warunkach użytkowania źródła. Takie źródło znajduje się np. w aparacie kobaltowym.



Źródło otwarte

to każda inna postać substancji promieniotwórczej. Takie źródła stosuje się w medycynie nuklearnej, badaniach naukowych.

Odpady promieniotwórcze

to przedmioty lub materiały stałe, ciekłe lub gazowe, zawierające substancje promieniotwórcze lub skażone tymi substancjami, zakwalifikowane do określonych kategorii, nie przewidziane do dalszego wykorzystania ich właściwości promieniotwórczych.

CZYNNIKI OD KTÓRYCH ZALEŻY RODZAJ ORAZ CZAS WYSTĄPIENIA BIOLOGICZNYCH SKUTKÓW PROMIENIOWANIA

- **DAWKA PROMIENIOWANIA**
- **Moc dawki (stosunek dawki pochłoniętej do czasu w jakim była podana [np.Gy/h]**
- **Rodzaj i energia promieniowa**
- **Rozmiar napromienionego obszaru ciała**
- **Wiek osoby w chwili ekspozycji**
- **Różnice w promieniowrażliwości poszczególnych tkanek i narządów**
- **INDYWIDUALNA PROMIENIOWRAŻLIWOŚĆ ORGANIZMU**

Dawka pochłonięta (D) – ilość energii dowolnego promieniowania jonizującego przekazana jednostce masy ciała:

$$D = E/m$$

Jednostką dawki pochłoniętej jest **grej (Gy)**, czyli džul/kg

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$$

Dawka równoważna w narządzie T (H_T)– (H)- iloczyn dawki pochłoniętej w określonym punkcie narządu i odpowiedniego współczynnika jakości promieniowania:

$$H_T = D w_R$$

Jednostką dawki równoważnej jest **siwert (Sv)**.

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$$

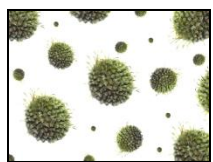
Dawka skuteczna- suma iloczynów dawek równoważnych dla poszczególnych narządów i odpowiednich czynników wagowych danego narządu:

$$E = \sum H_T w_T$$

Jednostką dawki skutecznej jest **siwert (Sv)**.

DAWKĄ ŚMIERTELNĄ LD_{50}^{30} [Sv]

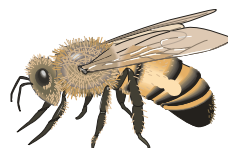
- po 30 dniach ginie 50 % populacji



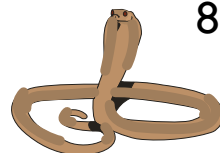
5000



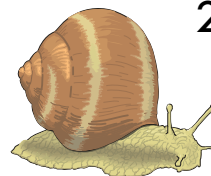
1000



1000



800



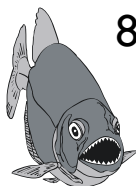
200



150



10



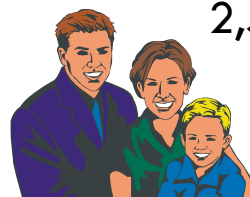
8,5



8



5



2,5-3



2,5

Średnia śmiertelna dawka dla człowieka wynosi ok. 3Sv

Napromienienie

Oznacza pochłonięcie energii promieniowania i co za tym idzie- otrzymanie dawki promieniowania

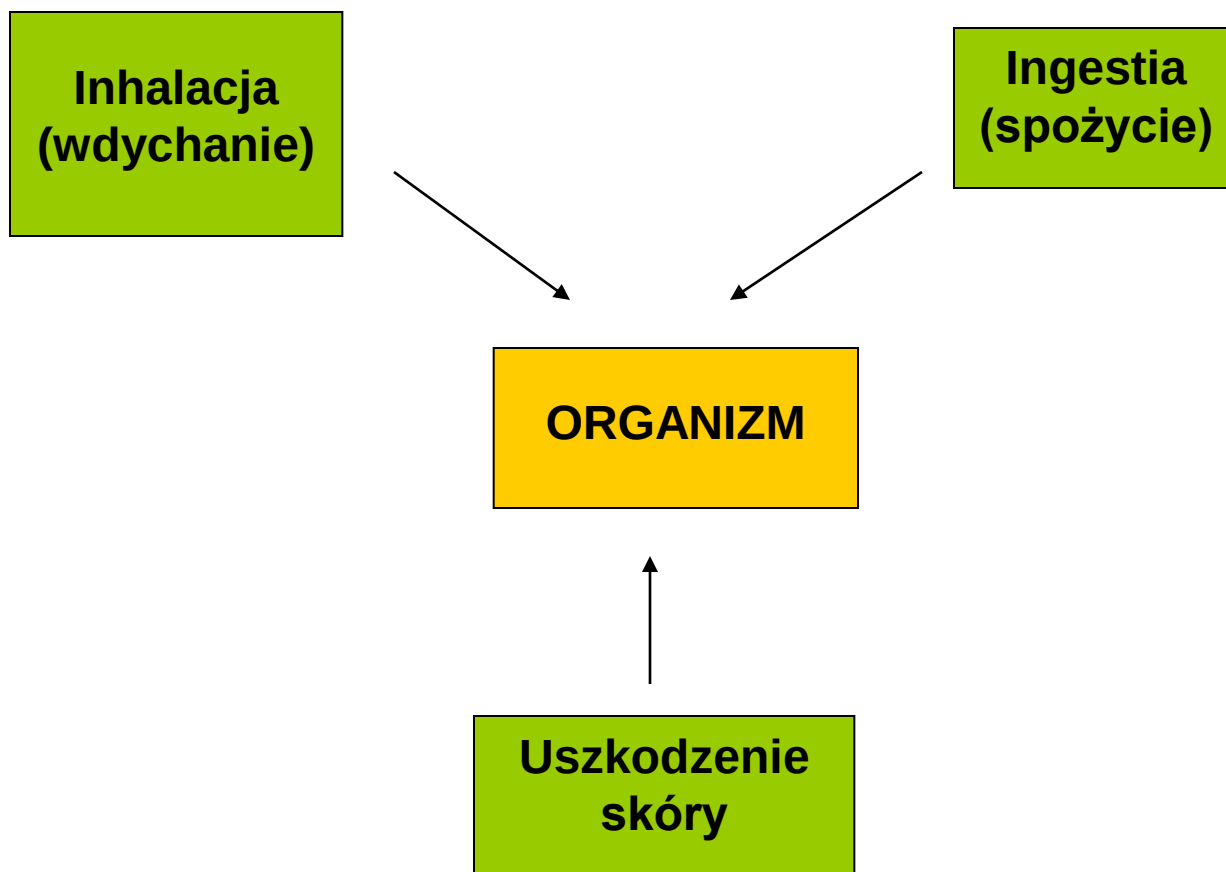
W zależności od usytuowania źródła względem organizmu może to być **napromienienie zewnętrzne** (np. napromienienie pacjenta przy użyciu akceleratora lub zdjęcie rentgenowskie) lub **wewnętrzne** (np. od potasu - 40 w naszych kościach, irydu-192 stosowanego w brachyterapii lub jodu-131 stosowanego w terapii radioizotopowej do leczenia nadczynności tarczycy).

Narażenie

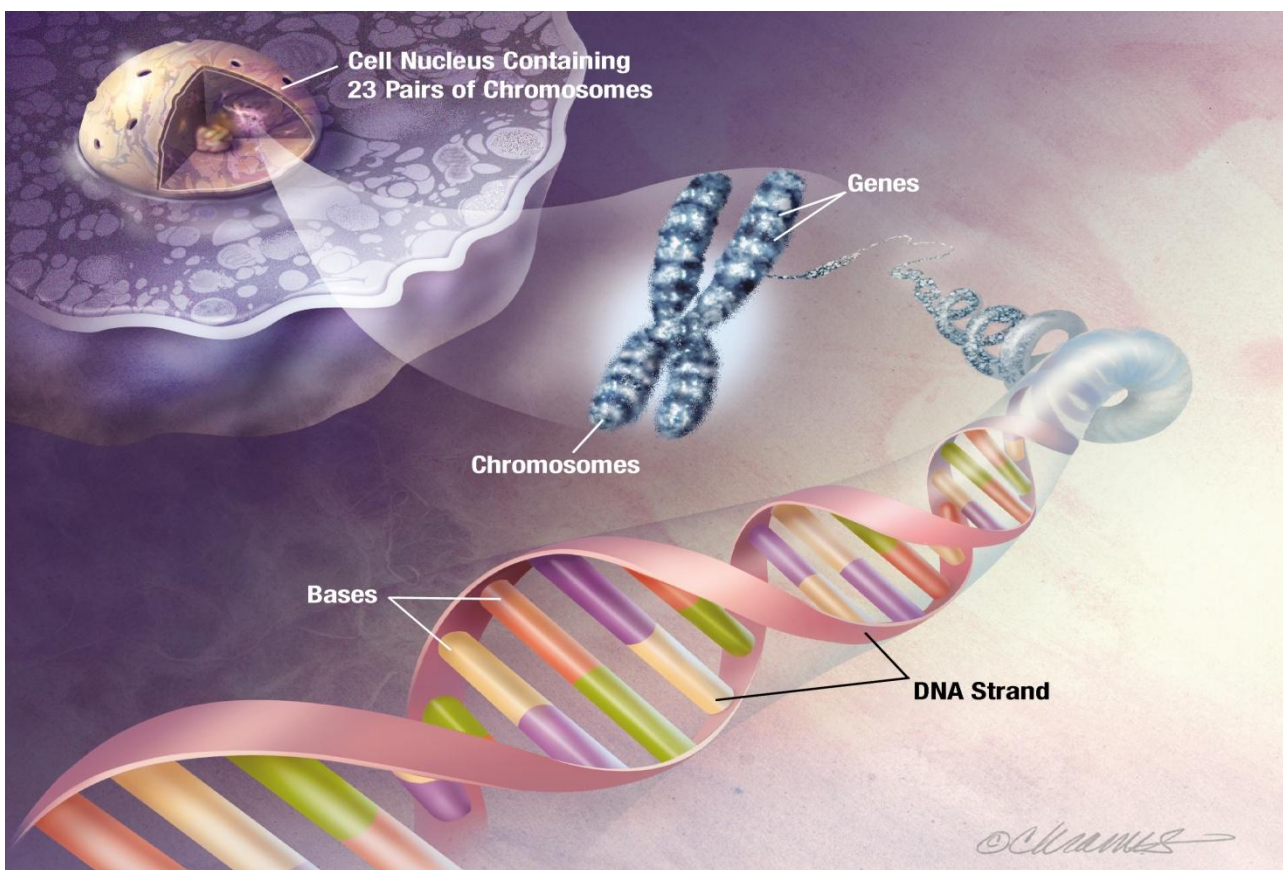
O **narażeniu zewnętrznym** mówimy, gdy źródło promieniowania znajduje się poza organizmem człowieka, a o **narażeniu wewnętrznym**, gdy źródło jest wewnątrz organizmu (w wyniku wchłonięcia substancji promieniotwórczej np. drogą oddechową lub pokarmową).

Natomiast przy pracy ze źródłami promieniotwórczymi mogą powstać **skażenia promieniotwórcze**. Nazywamy tak obecność substancji promieniotwórczej poza źródłem.

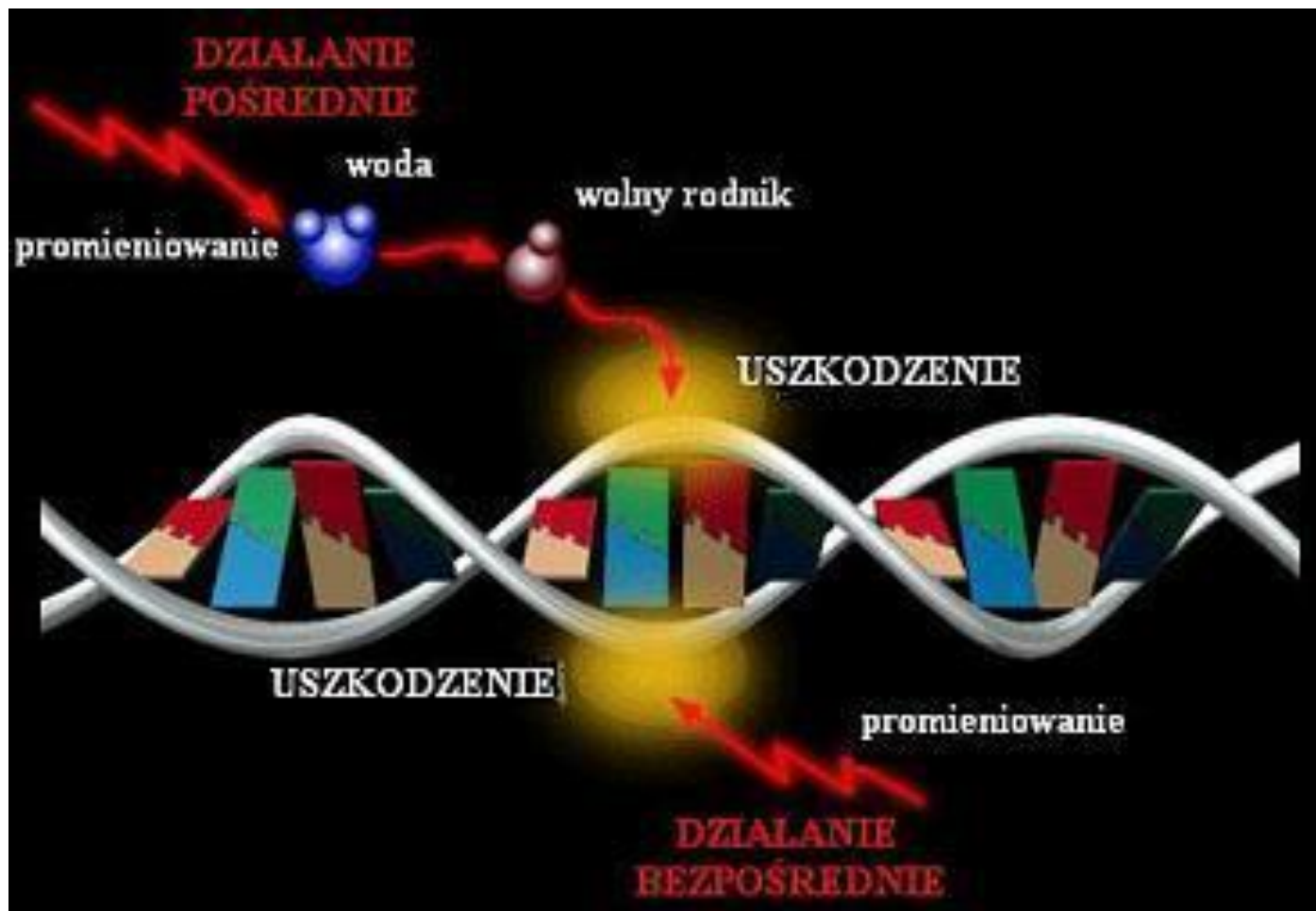
Substancje promieniotwórcze mogą wnikać do organizmu trzema drogami:



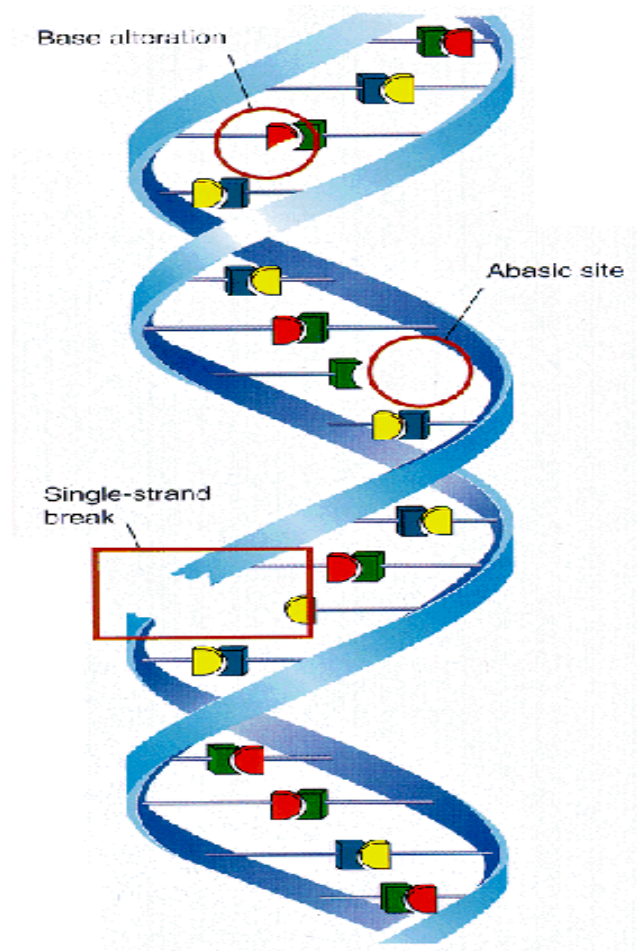
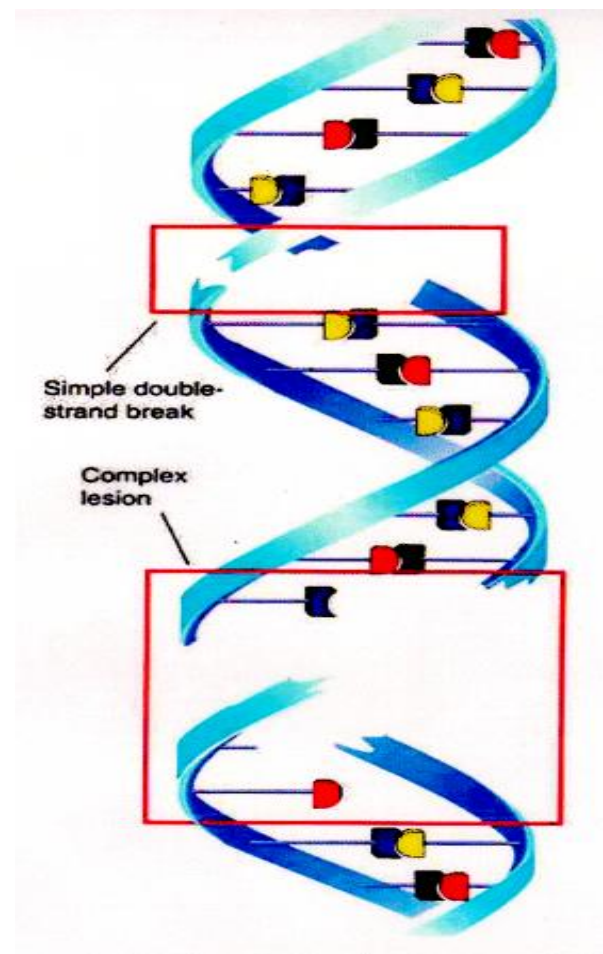
Działanie promieniowania jonizującego na człowieka jest procesem oddziaływania fotonów lub cząstek na społeczność komórek, które są strukturalnymi i czynnościowymi jednostkami organizmu



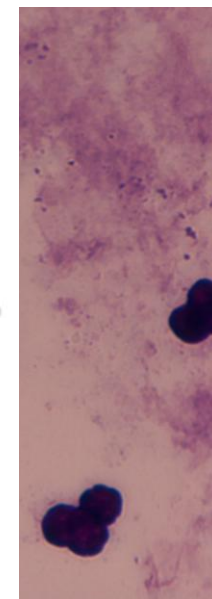
Mechanizmy działania promieniowania na DNA

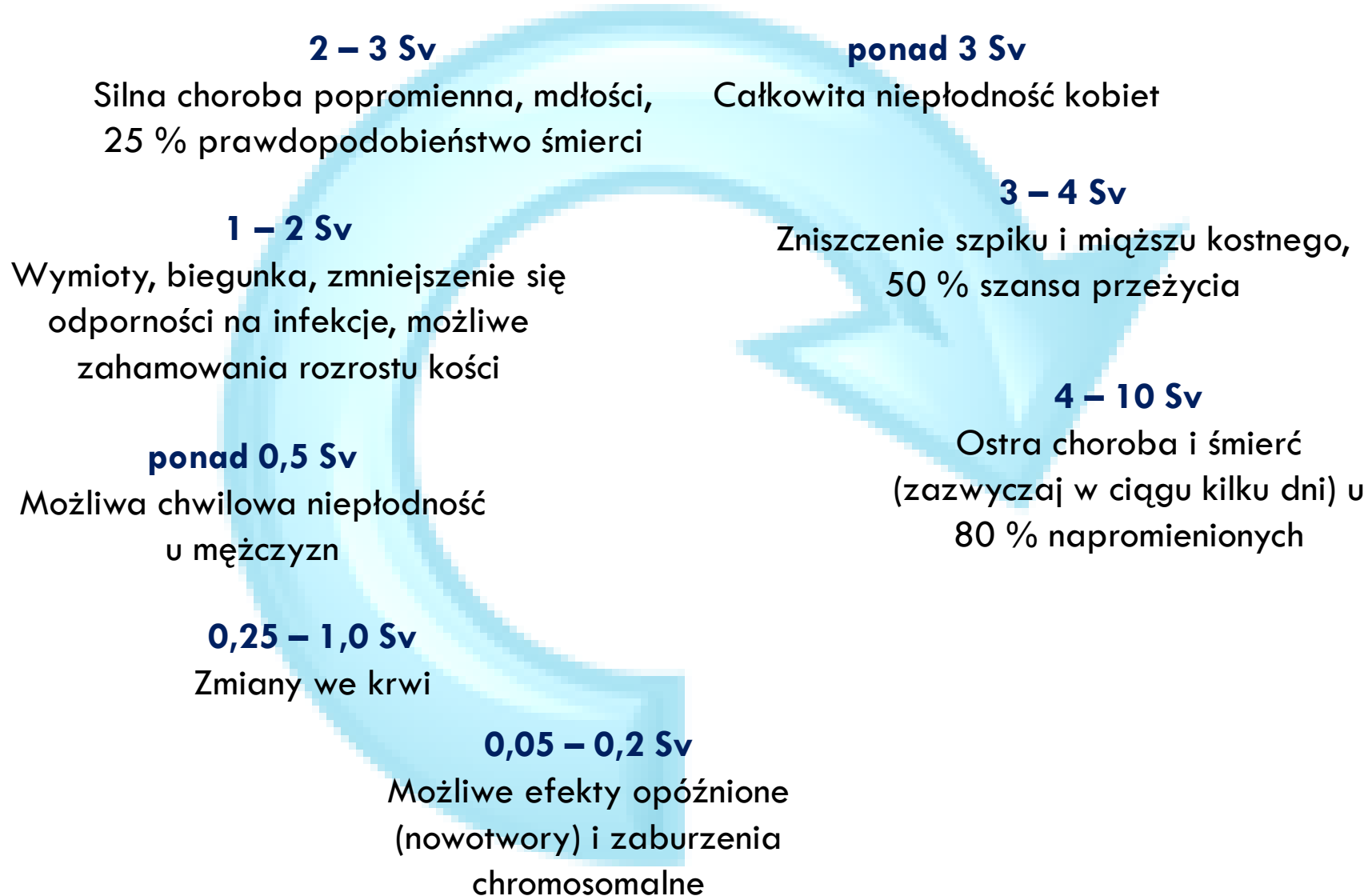


Rodzaje popromiennych uszkodzeń DNA



Rodzaje popromiennych uszkodzeń DNA- dozymetria biologiczna



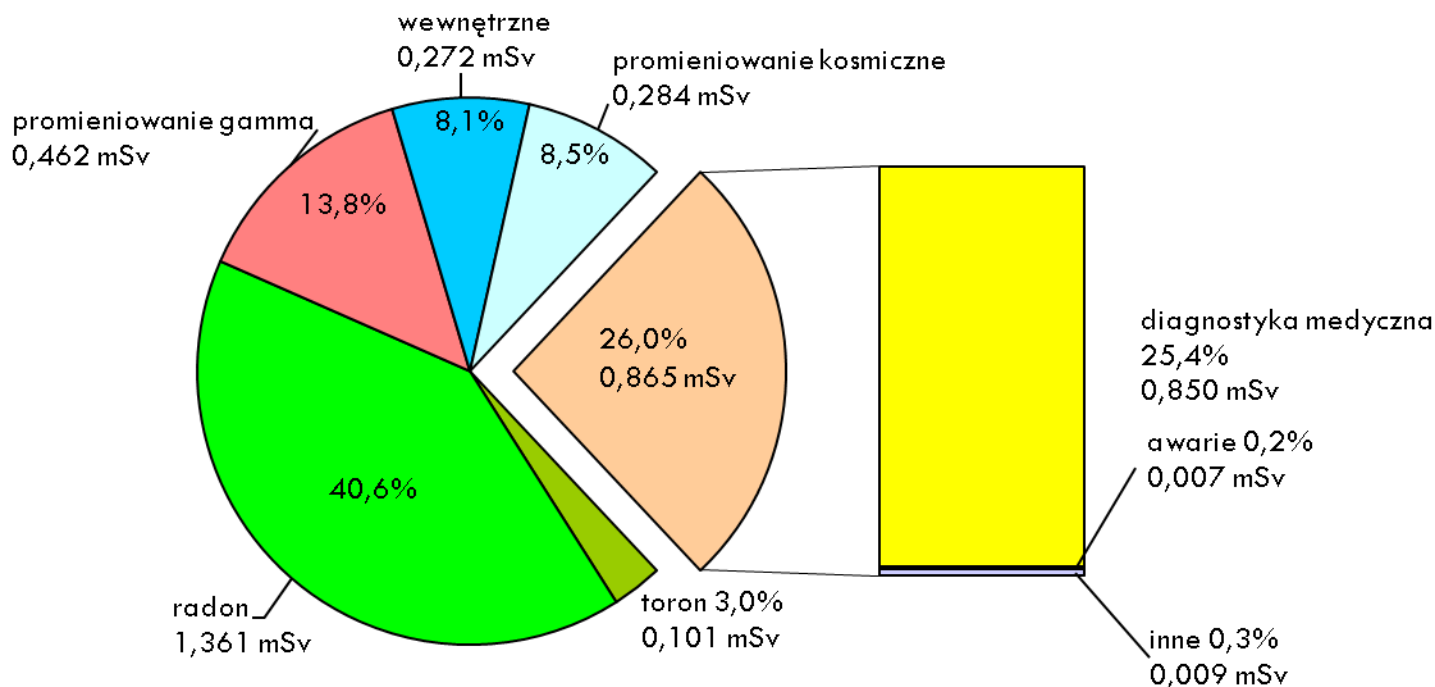


0,1	Jednorazowy przelot Londyn – Nowy Jork – Londyn
0,3	Roczna dawka od radionuklidów we własnym organizmie
100-150	Narażenie załóg stacji orbitalnych
1500	Prawdopodobne narażenie podczas 3-letniej wyprawy na Marsa
do 4000	Dawki otrzymane przez osoby, które przeżyły wybuchy jądrowe w Hiroszynie i Nagasaki



0,1	Zdjęcie klatki piersiowej
3,2	Zdjęcie kręgosłupa lędźwiowego
50	Tomografia komputerowa głowy
od 20000 do 100000	Typowa dawka całkowita na guz nowotworowy

Roczna dawka skuteczna promieniowania jonizującego otrzymana przez ludność Polski w 2007 r. (**3,35 mSv**)



Źródła naturalne (74,0%)
2,480 mSv

Źródła sztuczne (26,0%)
0,866 mSv

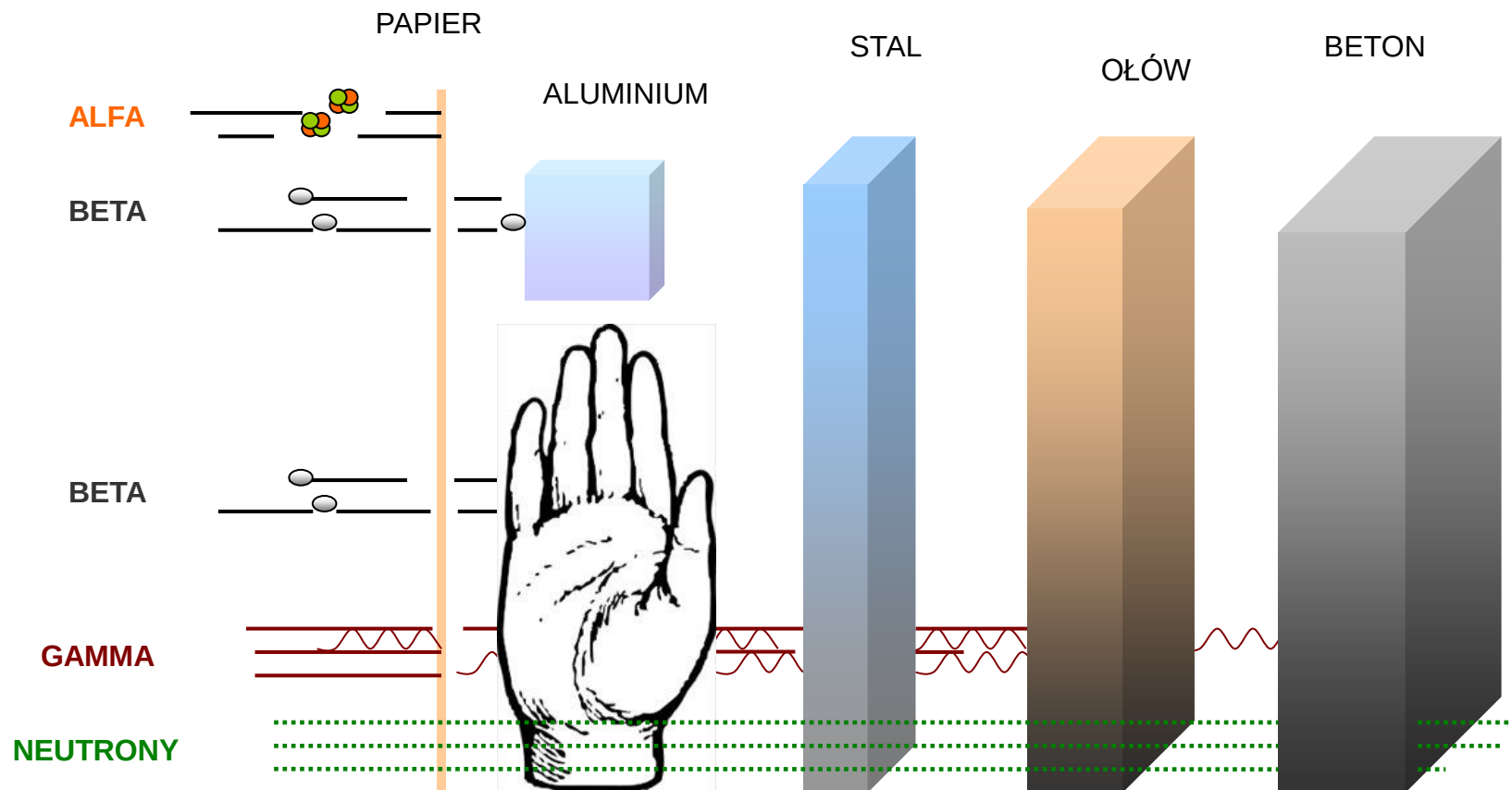
Jakie są rodzaje promieniowania jonizującego:

alfa, beta, gamma, promieniowanie X, neutrony*

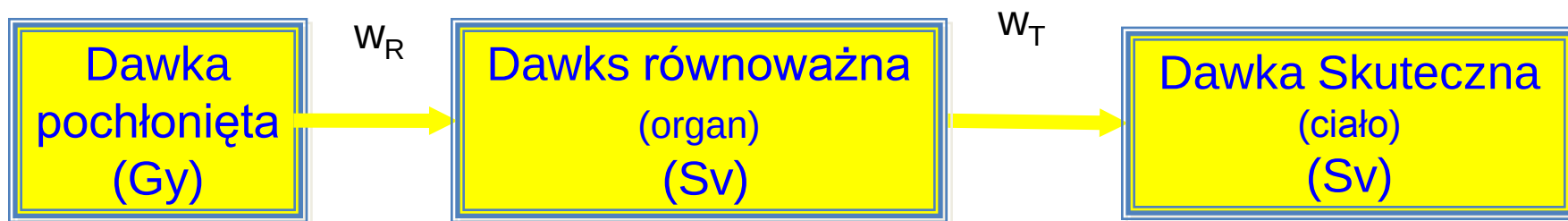
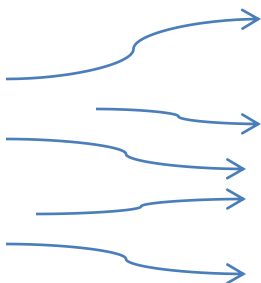
Źródła promieniowania jonizującego:

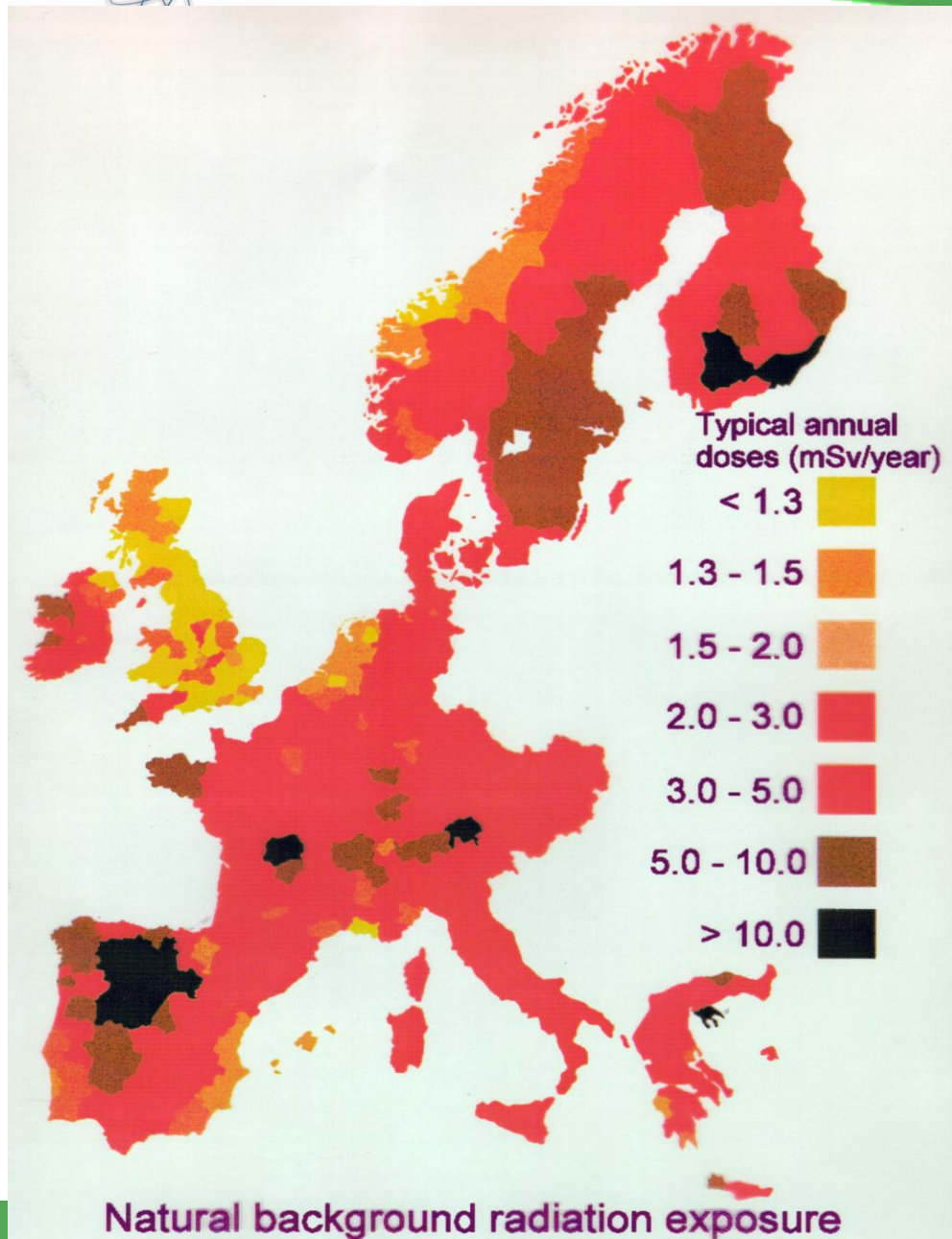
- zamknięte, otwarte
- urządzenia zawierające źródła
- urządzenia wytwarzające promieniowanie jonizujące
np. lampa rentgenowska

Różne właściwości tego promieniowania



Jakie są jednostki:





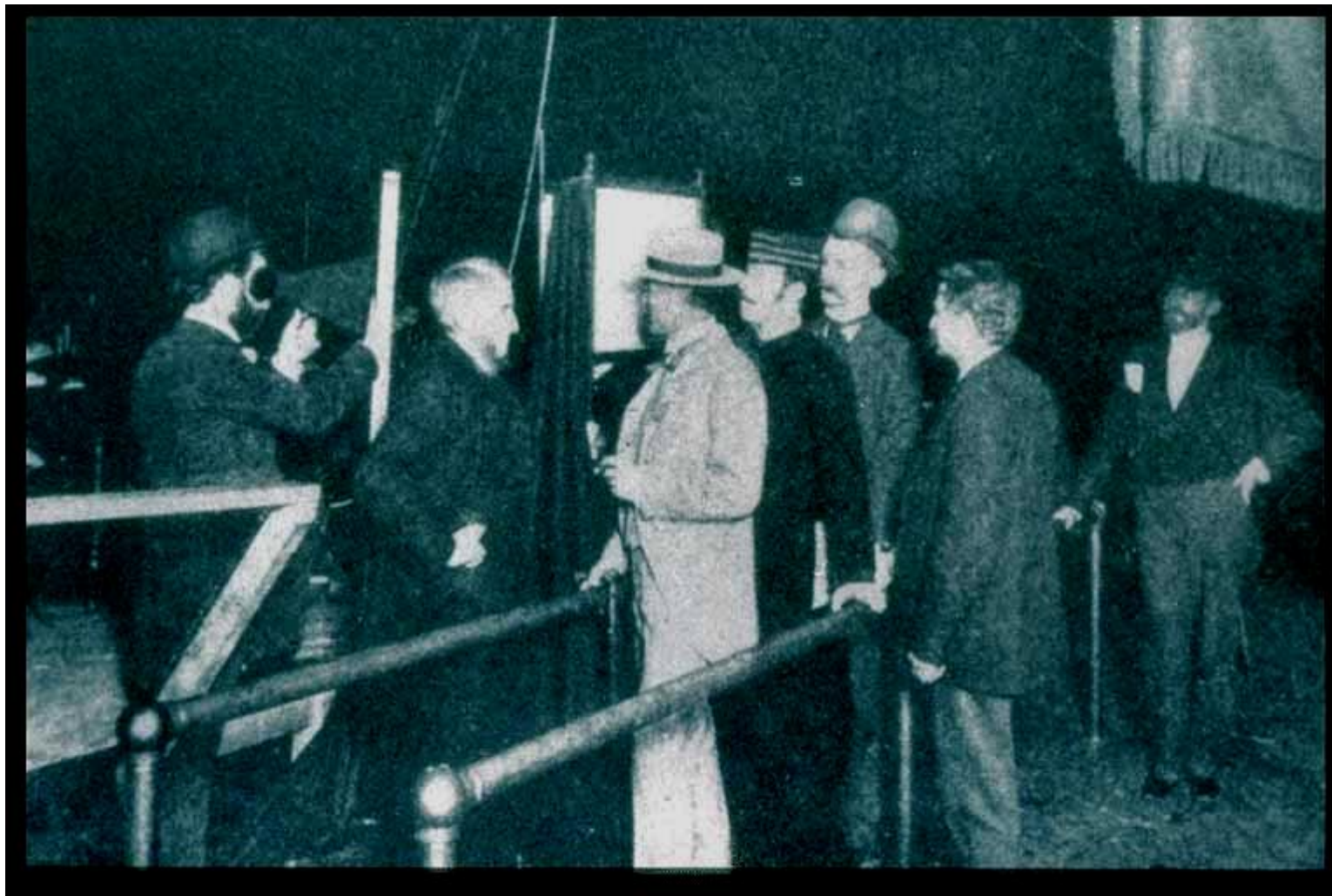
**Pamiętamy o
promieniowaniu
naturalnym podłoża
oraz kosmicznym**

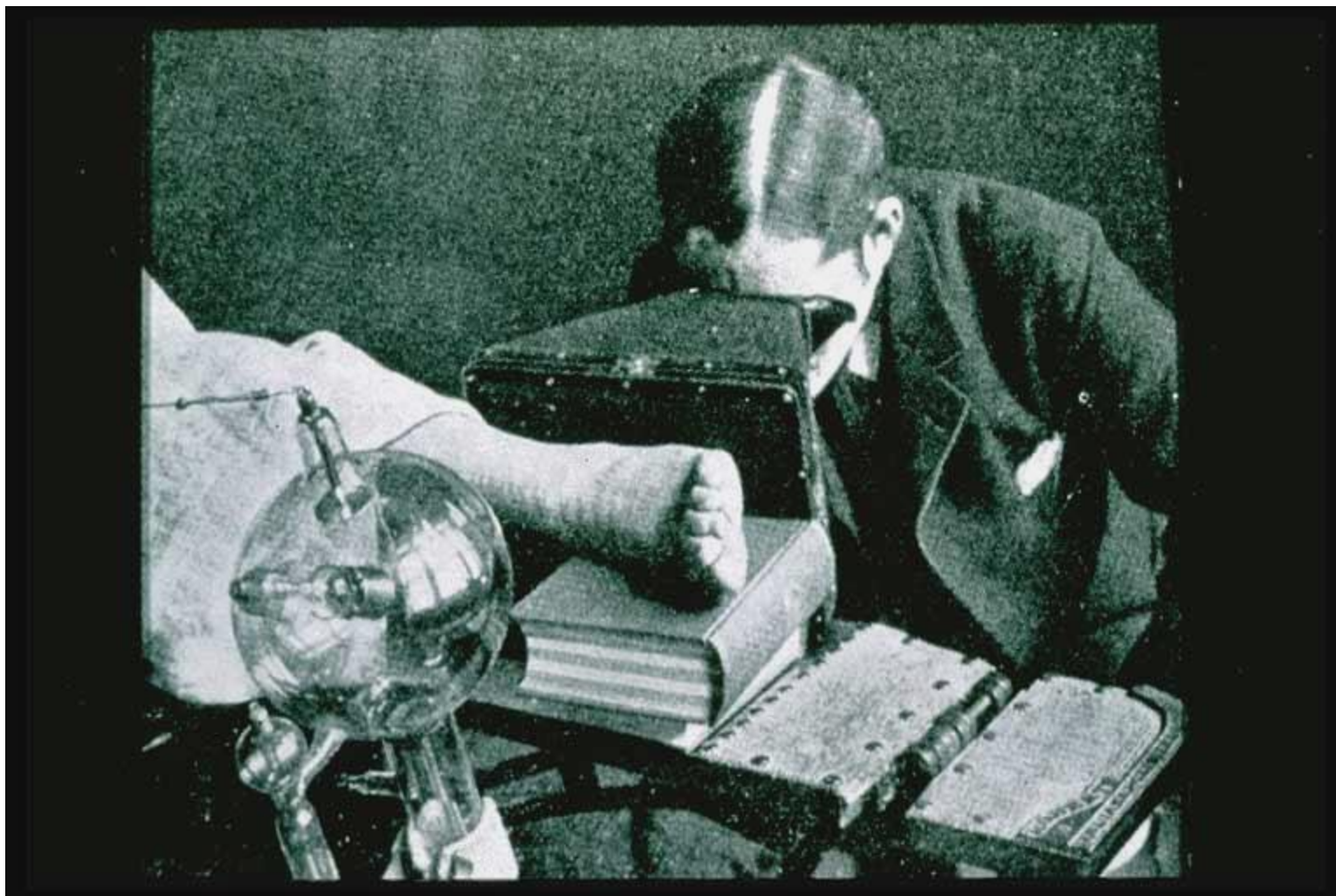
**W Polsce ok. 2,5mSv
a gdzie indziej...**



**Wilhelm Röntgen
(1895r.)**

ręka Berthy Röntgen





A jak było kiedyś?

UWAGA !!!

A jak było kiedyś?





CERTIFICATE

SHOE-FITTING TEST DATA FOR _____

1. **ANKLE ROLL** GOOD ☐ FAIR ☐ POOR ☐

2. **WEIGHT DISTRIBUTION**

RIGHT WAY

LEFT RIGHT

____% BALL ____%

____% OUTER ____%

____% HEEL ____%

WRONG WAY

3. **X-RAY FITTING TEST**

RIGHT WAY

LEFT RIGHT

☐ GOOD ☐

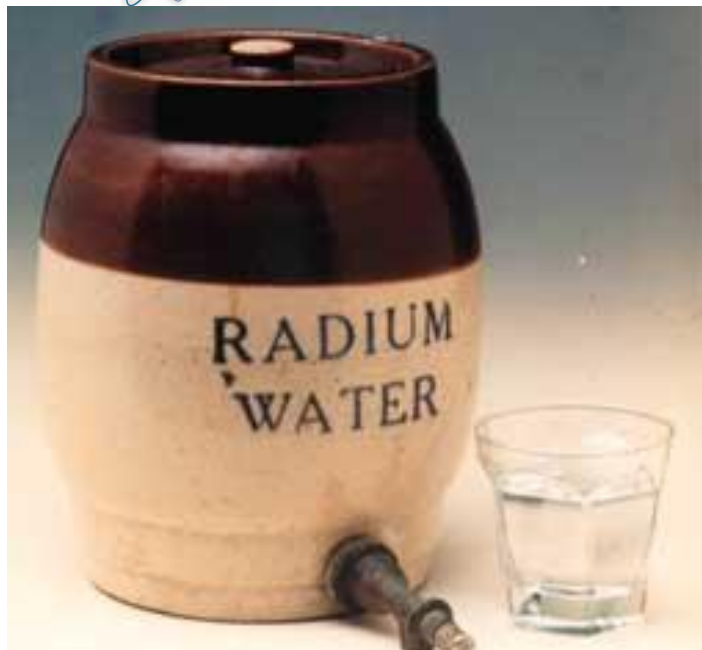
☐ FAIR ☐

☐ POOR ☐

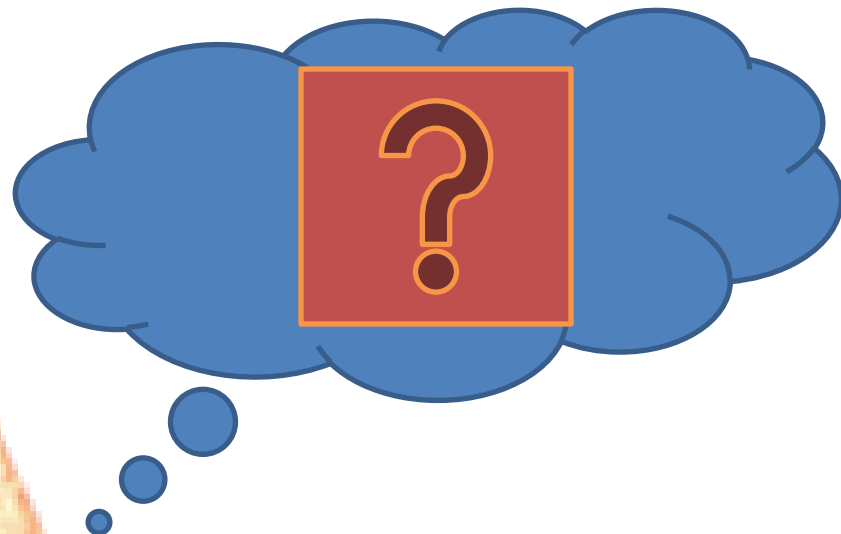
WRONG WAY

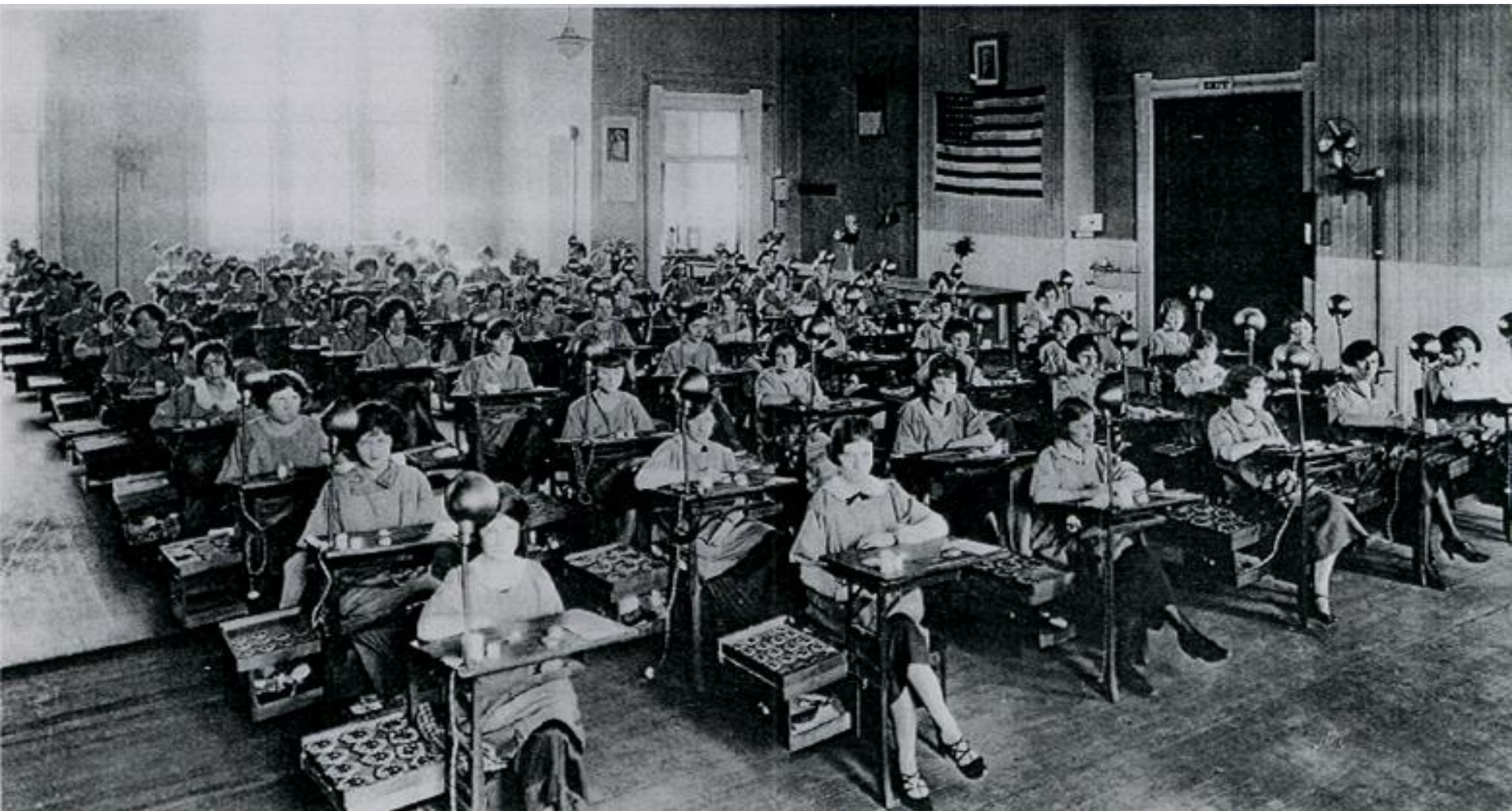
This scientific way of approaching the problem of poorly-fitted shoes eliminates guesswork. Now you can see for yourself!

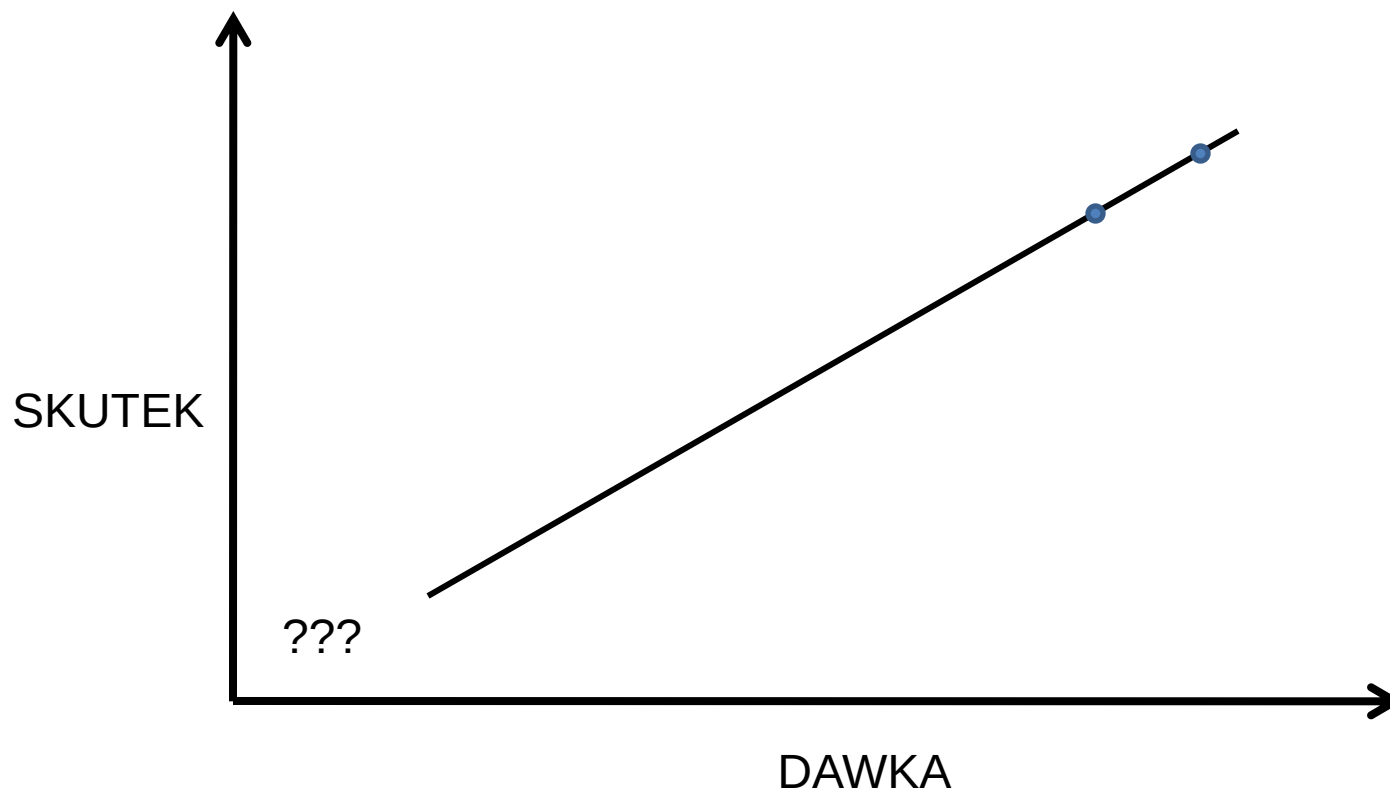
A jak było kiedyś?



A jak było kiedyś?









Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej



**International Commission on
Radiation Units & Measurements**

Międzynarodowa Komisja Radiologiczna ds. Jednostek i Pomiarów



Państwowa Agencja Atomistyki

www.paa.gov.pl



**Międzynarodowa
Agencja Energii Atomowej**

Trzy Zasady Ochrony Radiologicznej

1. OSŁONA



Jednym ze sposobów osłabienia dawki promieniowania jest umieszczenie pomiędzy źródłem a osobą dodatkowego materiału, zwanego osłoną. **Odpowiednio dobrana osłona zmniejsza zarówno energię jak i natężenie padającego promieniowania jonizującego.**

2. CZAS



Dawka, jaką otrzyma człowiek zależy od czasu przebywania w pobliżu źródła promieniowania jonizującego. **Im krótszy czas przebywania tym mniejsza dawka.** Dlatego też w procedurach ochrony przed promieniowaniem minimalizuje się czas kontaktu ze źródłami.

3. ODLEGŁOŚĆ



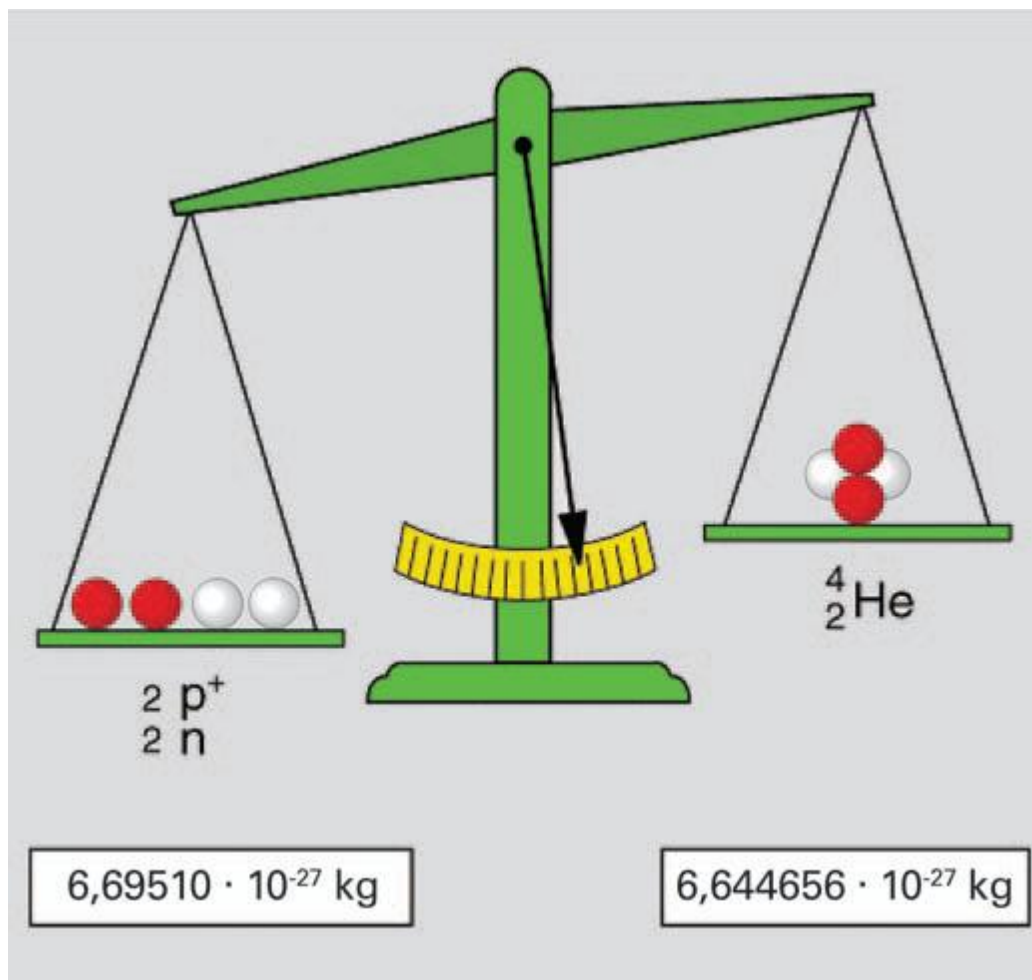
Dawka otrzymana przez człowieka zależy od jego odległości od źródła promieniowania. Im ta odległość jest większa, tym dawka mniejsza. Dawka maleje proporcjonalnie do kwadratu odległości – zwiększając odległość 10 razy zmniejszamy dawkę 100 razy!!!

Sprawdźmy to w praktyce !

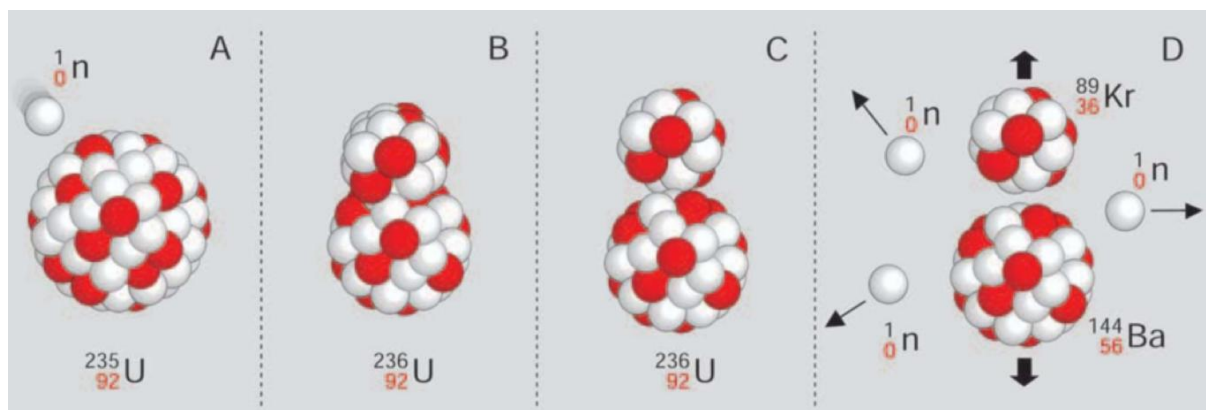




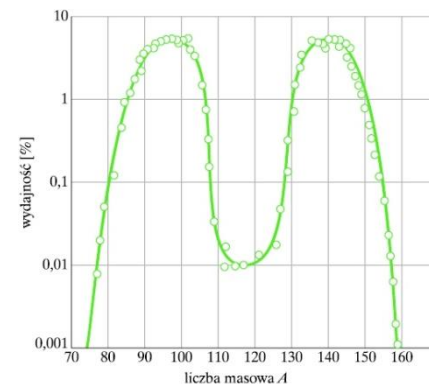
Defekt masy to różnica pomiędzy masą Z protonów i N neutronów a masą danego jądra atomowego o liczbie masowej $A=N+Z$. Brakująca masa odpowiada energii wiązania uwalnianej w trakcie łączenia się nukleonów w jądro. To właśnie tę energię wykorzystujemy w **energetyce jądrowej**.



Urządzenie, które w sposób kontrolowany przetwarza energię jądrową na energię ciepłą nazywamy **reaktorem jądrowym**. U podstaw fizyki reaktorów jądrowych leży **zjawisko rozszczepienia** jąder uranu ^{235}U w wyniku bombardowania ich neutronami.



+ 200 MeV energii



Energia wyzwalamana podczas procesu
rozszczepienia pojedynczego jądra ^{235}U
wynosi:

200 MeV

Energia wyzwolona podczas spalania jednego atomu
węglu wynosi:

4 eV

...czyli 50 milionów
razy mniej !!!!!

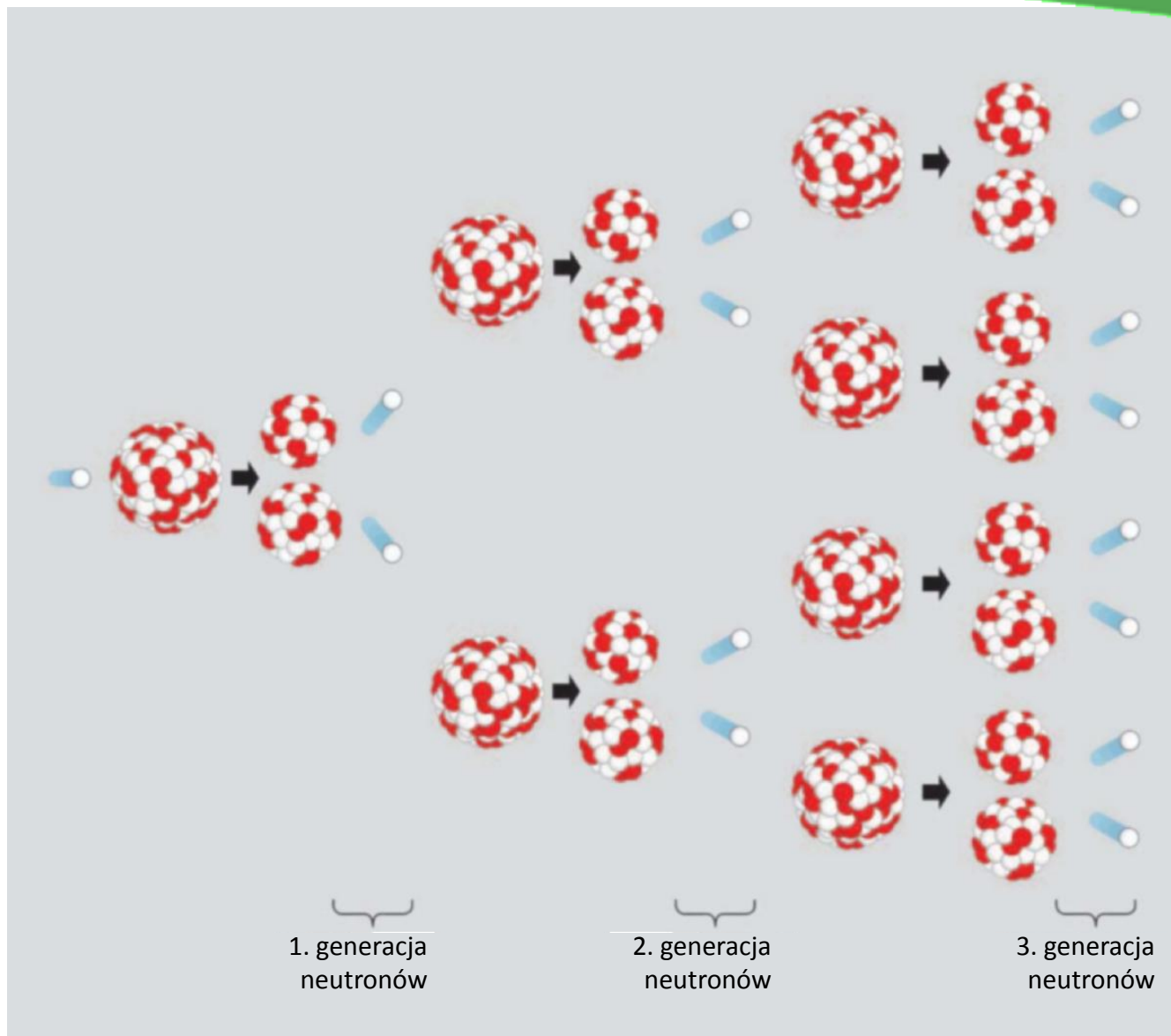
W efekcie:

Ze spalenia **1 kg węgla** otrzymamy **2,5 miliona razy mniej ciepła** niż z przeprowadzenia reakcji rozszczepienia **1 kg uranu**. Dzięki temu elektrownie jądrowe są w stanie wyprodukować duże ilości energii z małej ilości paliwa.

Wywołując reakcję rozszczepienia w każdym jądrze zawartym w **1 g ^{235}U** wyzwolimy energię:

$$5,125 \cdot 10^{23} \text{ MeV} = 8,2 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

Tak wielką energię ma masa 1 000 ton spadająca z 8,2 km. Energia wyzwolona w eksplozji bomb jądrowych, zrzuconych w 1945 roku na Hiroszimę i Nagasaki odpowiada właśnie takiej energii, równoważnej 20 000 ton trotylu!



Paliwem jądrowym mogą być:

^{233}U , ^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu , ^{241}Pu

Naturalny uran jest mieszaniną trzech izotopów:

- 99,2724 % to atomy izotopu ^{238}U ,
- 0,72 % to atomy izotopu ^{235}U ,
- 0,0055 % to atomy izotopu ^{234}U .

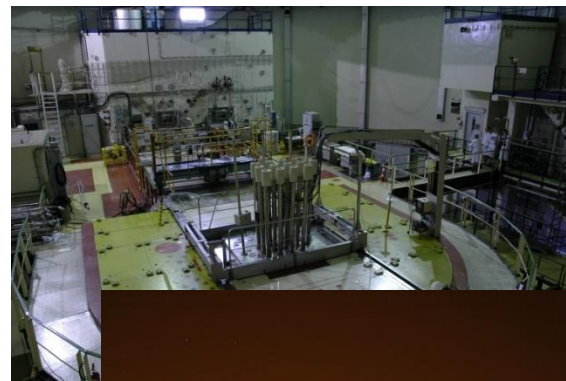
Uran zawierający więcej niż 0,72 % ^{235}U
nazywamy uranem **wzbogaconym**,
uran z mniejszą od 0,72 % zawartością ^{235}U
to uran **zubożony**.

Istniejące reaktory można podzielić na trzy grupy, zależnie od tego, jaki jest zasadniczy cel ich pracy:

Reaktory badawcze, bardzo małej lub średniej mocy – takim reaktorem jest działający w Świerku reaktor MARIA (o nominalnej mocy 30 MW) – w reaktorach tego typu wytwarza się dla potrzeb nauki odpowiednio duże strumienie neutronów do badań podstawowych; produkują także niewielkie ilości izotopów promieniotwórczych dla potrzeb nauki, techniki czy medycyny

Reaktory energetyczne – w elektrowniach jądrowych z paliwem uranowym lub plutonowym

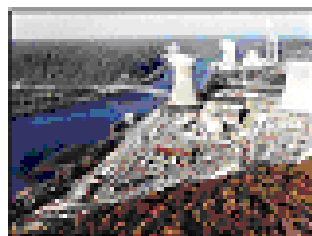
Reaktory wytwarzające pluton dla celów militarnych
- do wytwarzania broni masowego rażenia



The Evolution of Nuclear Power

Generation I

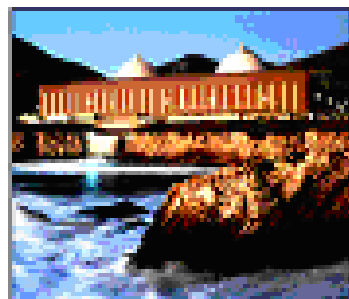
Early Prototype Reactors



- Shippingport
- Dresden, Fermi I
- Magnox

Generation II

Commercial Power Reactors



- LWR-PWR, BWR
- CANDU
- VVER/RBMK
- AGR

Generation III

Advanced LWRs



- ABWR
- System 80+
- AP600
- EPR

Generation III +

Generation III Evolutionary Designs Offering Improved Economics

Generation IV

- Highly Economical
- Enhanced Safety
- Minimize Wastes
- Proliferation Resistant

Gen I

Gen II

Gen III

Gen III +

Gen IV

1950

1960

1970

1980

1990

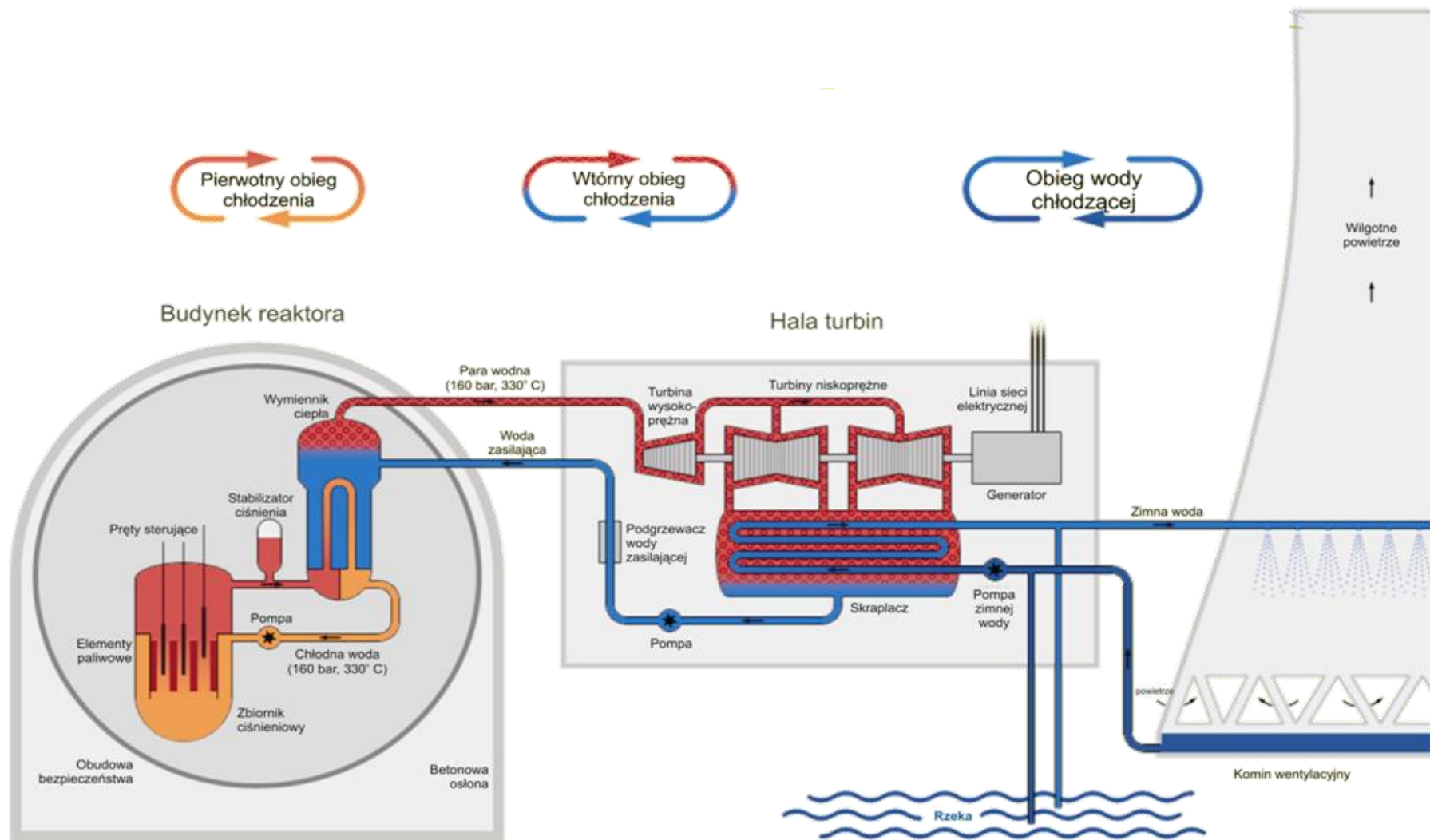
2000

2010

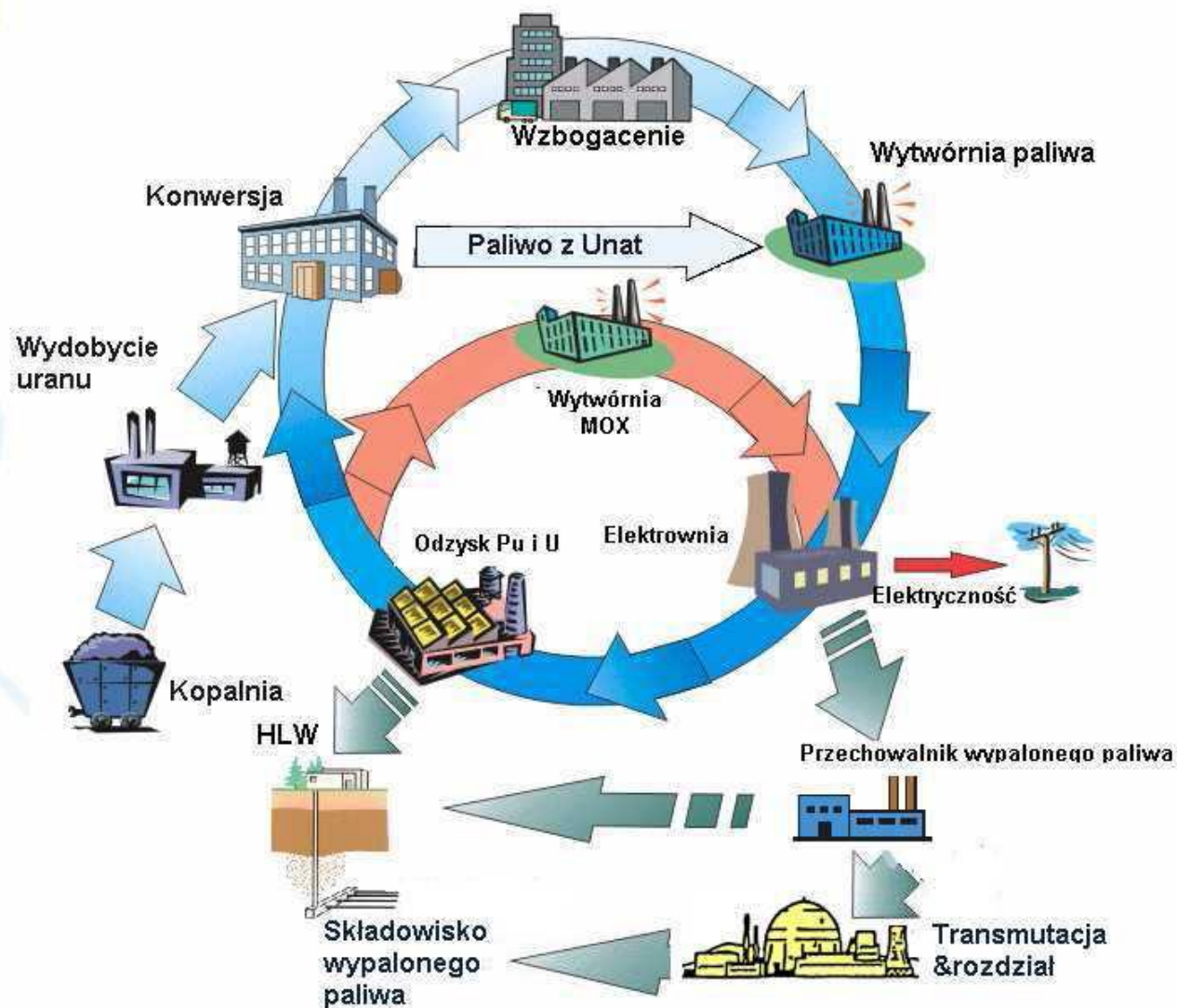
2020

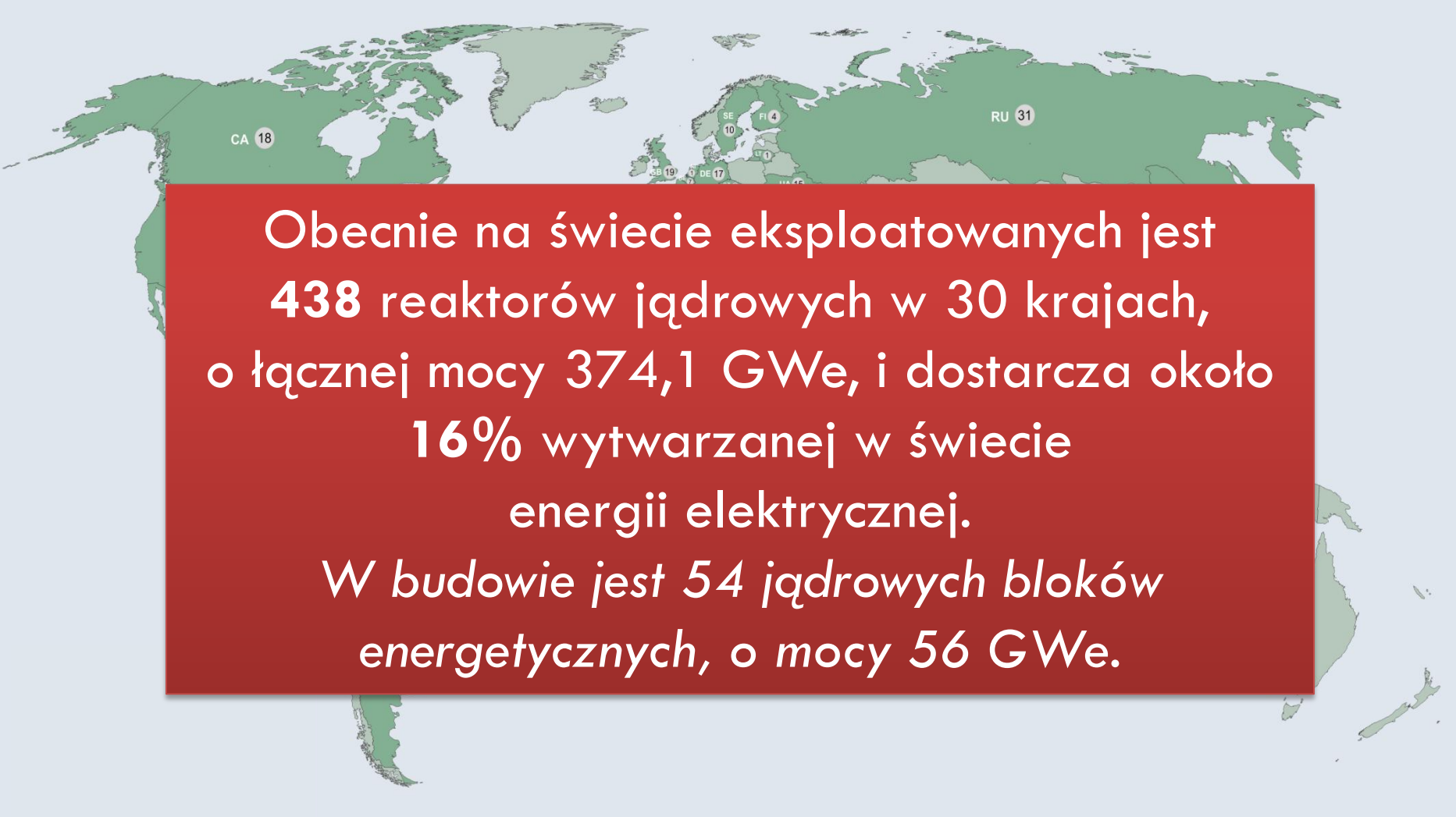
2030

Zasada działania elektrowni jądrowej z typowym reaktorem wodno ciśnieniowym



Zasada działania elektrowni jądrowej z typowym reaktorem wodno ciśnieniowym

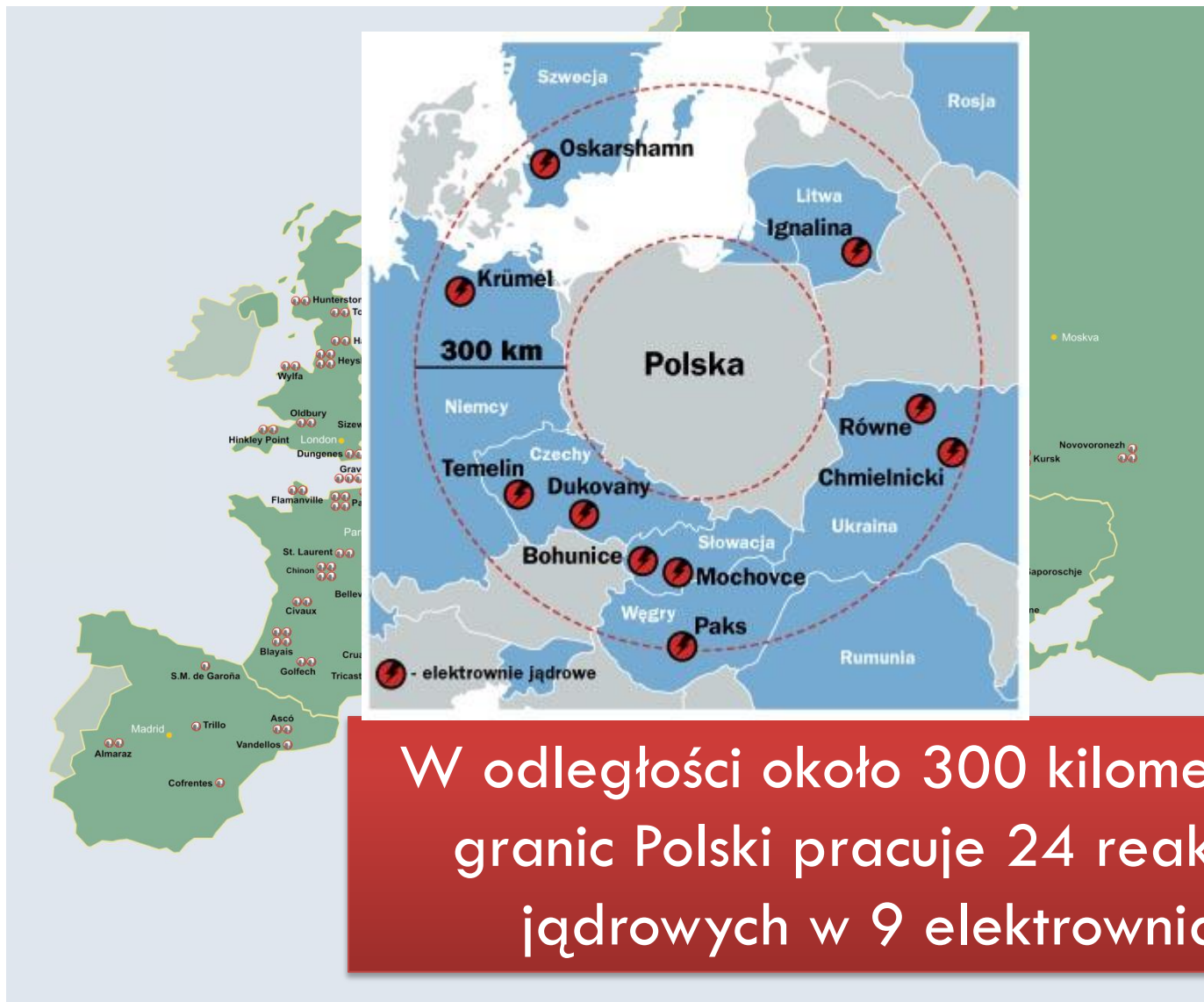




Obecnie na świecie eksploatowanych jest
438 reaktorów jądrowych w 30 krajach,
o łącznej mocy 374,1 GWe, i dostarcza około
16% wytwarzanej w świecie
energii elektrycznej.

*W budowie jest 54 jądrowych bloków
energetycznych, o mocy 56 GWe.*

Reaktory jądrowe w Europie

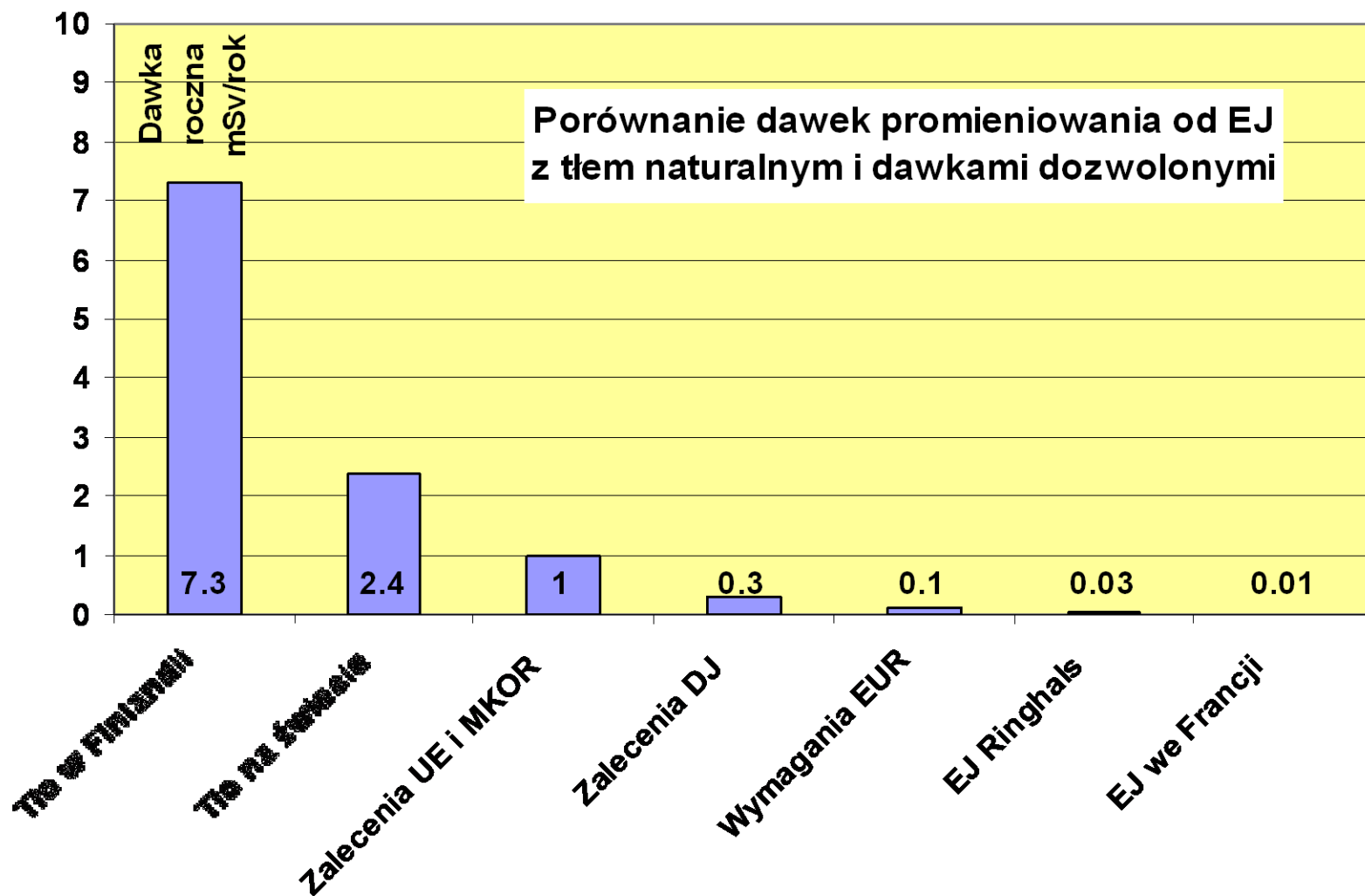


W odległości około 300 kilometrów od granic Polski pracuje 24 reaktorów jądrowych w 9 elektrowniach.

A satellite night-time photograph of Europe, showing the continent's outline and the dense network of city lights across its landmass. The lights are concentrated in major urban centers and along coastlines, creating a bright, textured map against the dark background of the oceans.

Gdy w Europie zapalają się światła,
jedna trzecia jest zasilana z ELEKTROWNI
JĄDROWYCH!

Dawki promieniowania wokół EJ są tak małe, że nie powodują żadnych skutków





Dlaczego
doszło do
wybuchu w
Czarnobylu?

Skutki Czarnobyla - przykład największej rozbieżności między prawdą a propagandą

Opinia Międzynarodowej Organizacji Zdrowia i UNSCEAR (2000): podjęte środki były przesadne, ewakuacja spowodowała więcej szkód niż pożytku, **na tereny wokół Czarnobyla należy wrócić!**

- Mit, który szerzą przeciwnicy EJ: tak strasznej katastrofy nie było w historii ludzkości!
- Prawda: Zginęło 31 osób, głównie strażaków, potem umarło kilkoro dzieci wskutek niemego raka tarczycy, a wykryto około 1800 takich przypadków, z zasady uleczalnych.
- NIE MA wzrostu zachorowań na raka i białaczkę wśród likwidatorów pożaru, ani wśród społeczeństwa.
- NIE MA żadnych skutków dziedzicznych – deformacje płodu zdarzają się niestety we wszystkich społeczeństwach i latach.

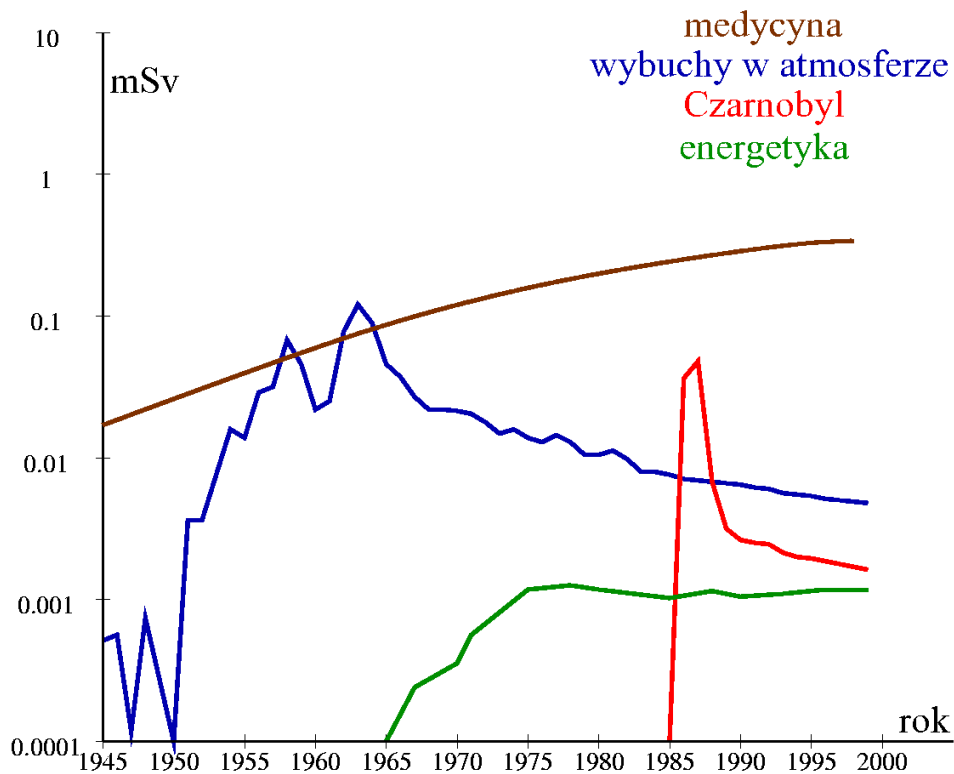
Dawka otrzymana przez ludność świata w mSv/rok

Raport **UNSCEAR** na 49 sesję w Wiedniu – maj 2000

(dane otrzymane dzięki uprzejmości prof. Z. Jaworowskiego)

United **N**ations **S**cientific **C**ommittee on the **E**ffects of **A**tom ic **R**adiation

Komitet Naukowy ONZ ds. Skutków Promieniowania Atomowego



Wnioski z konferencji „XX lecie Czarnobyla”

- Zgony: 50 likwidatorów, 9 dzieci
- Średnie dawki dla ludności wyniosły 17 mSv,
- Dla osób indywidualnych od 0,1 do 380 mSv.
- Są one niższe niż dawki otrzymywane przez wiele osób w Indiach, Iranie, Brazylii, Chinach, Francji, Finlandii itd. (25 mSv na rok bez złych skutków!)
- Wokoło Czarnobyla NIE MA wzrostu zachorowań na raka, białaczkę, uszkodzeń płodów,
- SĄ: utajone raki tarczycy, depresje nerwowe, apatia, bieda.

The Chernobyl Forum



IAEA



WHO



FAO



UNDP



UNEP



UN-OCHA



UNSCEAR



WORLD BANK GROUP



Belarus



the Russian Federation



Ukraine

**Wbrew faktom, Greenpeace
twierdzi że Czarnobyl
spowodował wady dziedziczne
– ale Raport ONZ podaje
prawdę**

Wymagania EU: maksymalny udział biernych układów w systemie bezpieczeństwa EJ

Aby reaktor był bezpieczny wystarczy niezawodnie

- **WYŁĄCZAĆ REAKTOR W RAZIE AWARII I**
- **UTRZYMAĆ RDZEŃ ZALANY WODĄ.**

EUR wymaga by bezpieczeństwo oparte było na zjawiskach naturalnych: siła ciężenia, ciśnienie hydrostatyczne, konwekcja naturalna.

- Układy bezpieczeństwa poczwórne, w osobnych budynkach, zabezpieczone przed trzęsieniem ziemi, uderzeniem samolotu itd.
- System wielu barier chroni przed uwolnieniem radioaktywności
- Potężna obudowa bezpieczeństwa wytrzymuje awarie w EJ i chroni przed atakiem z zewnątrz.
- Wszystkie elementy układów bezpieczeństwa są sprawdzone na odporność na warunki awaryjne

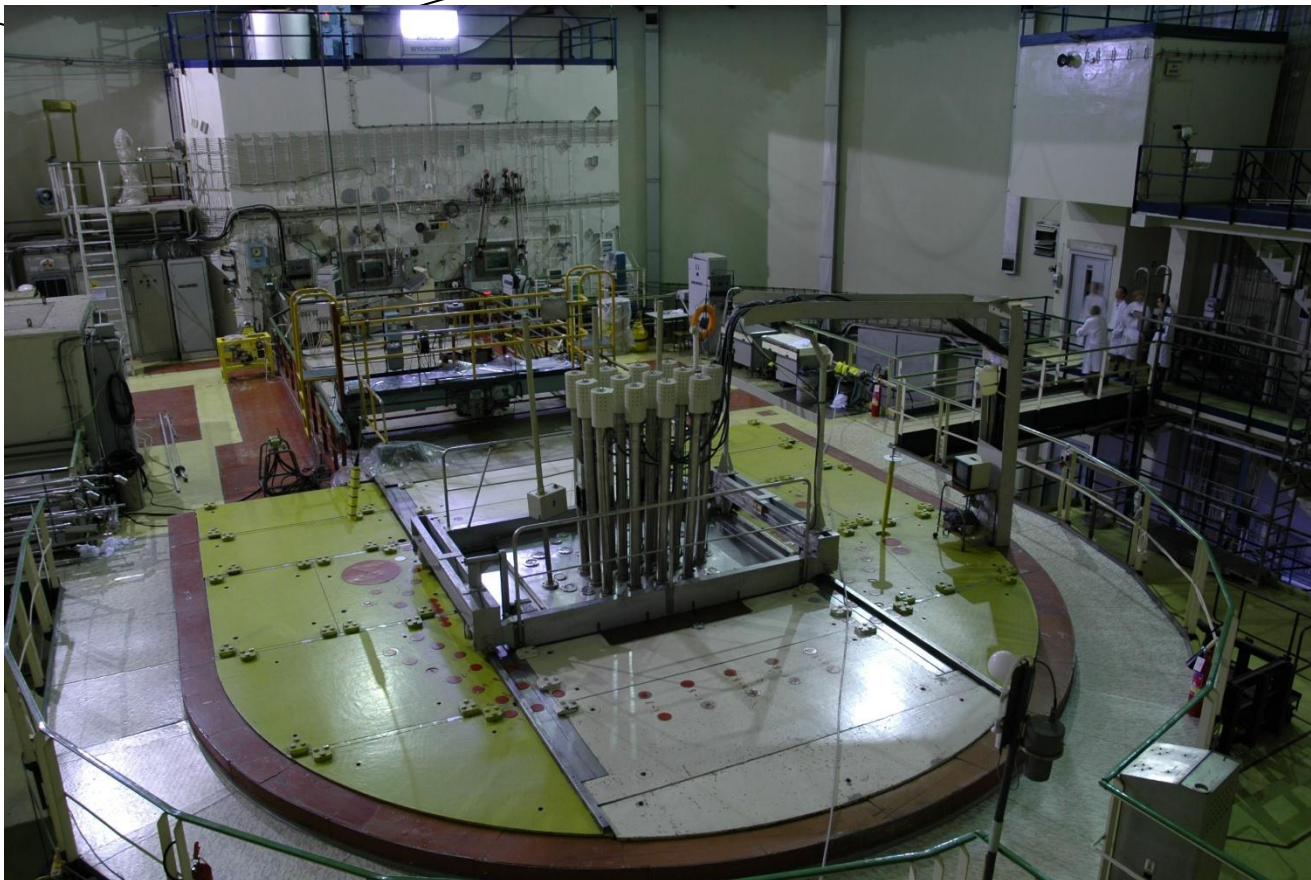
System 6 barier bezpieczeństwa

Awaria ze stopieniem rdzenia zdarzyła się w reaktorze PWR w TMI (USA). Utracono bariery 1 i 2, ale zbiornik reaktora (bariera 3) – i obudowa bezpieczeństwa (bariera 5) pozostały szczelne!

Awaria w TMI nie spowodowała żadnych szkód zdrowotnych

arstwy paliwowej

stwa ze szczelną powłoką



bezpieczeństwa
tanie siły

yskać
łów

bezpieczeństwa
w górze

znika i pręty
siły ciężkości.

ta
c

- W Czarnobylu wprowadzanie prętów bezpieczeństwa powodowało dodatkowy przejściowy wzrost mocy

EJ zbudowana zgodnie z wymaganiami EUR
nie stwarza zagrożenia nawet po awarii

Po awariach uwzględnionych w projekcie (aż do rozerwania obiegu pierwotnego) nie potrzeba żadnych działań dalej niż 800 m od EJ

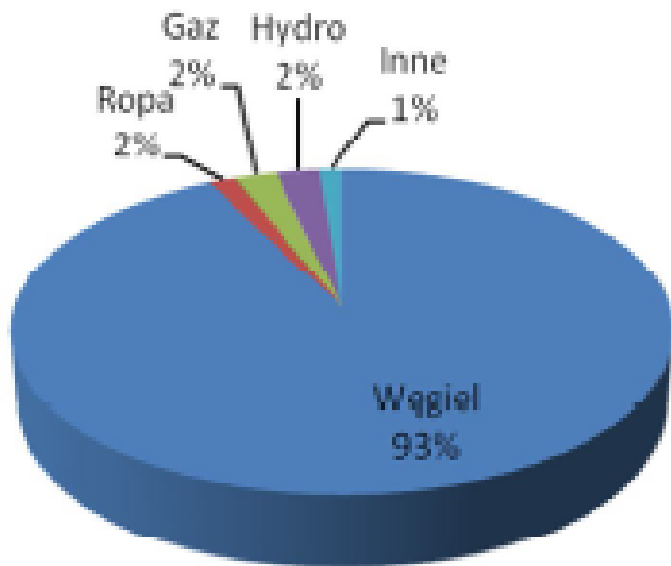
Nawet po hipotetycznych ciężkich awariach nie ma zagrożenia dla ludności poza strefą wyłączenia EJ:

- **Nie potrzeba wczesnych działań ochronnych** po awarii dalej niż 800 m od EJ (granica strefy wyłączenie wokół EJ)
- **Nie potrzeba działań średnio terminowych** dalej niż 3 km od EJ
- **Nie potrzeba działań długoterminowych** (ewakuacja, ograniczenie spożycia produktów rolnych) dalej niż 800 m od EJ
- Skutki ekonomiczne ograniczone

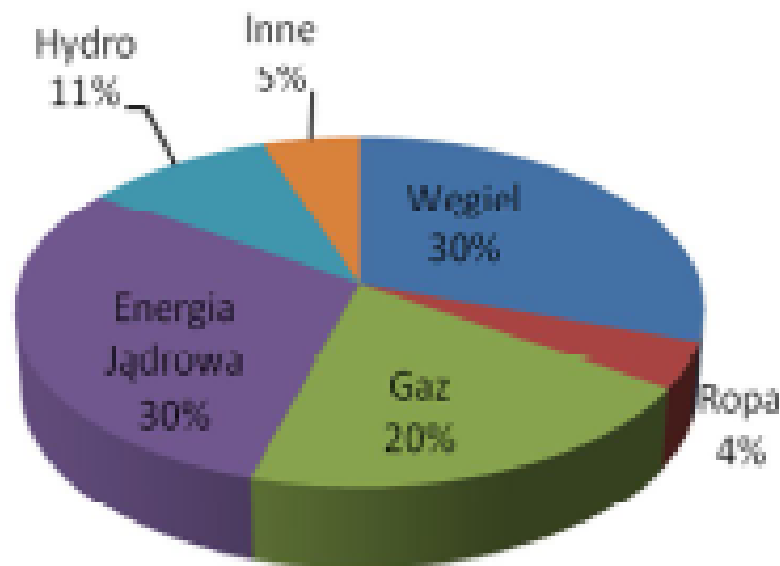
Takie bezpieczeństwo zapewniają EJ z EPR budowane w Finlandii i we Francji, lub AP 1000 i ABWR (USA)

Dlaczego istnieje konieczność budowy EJ w Polsce?

Źródła pozyskiwania energii
elektrycznej w Polsce

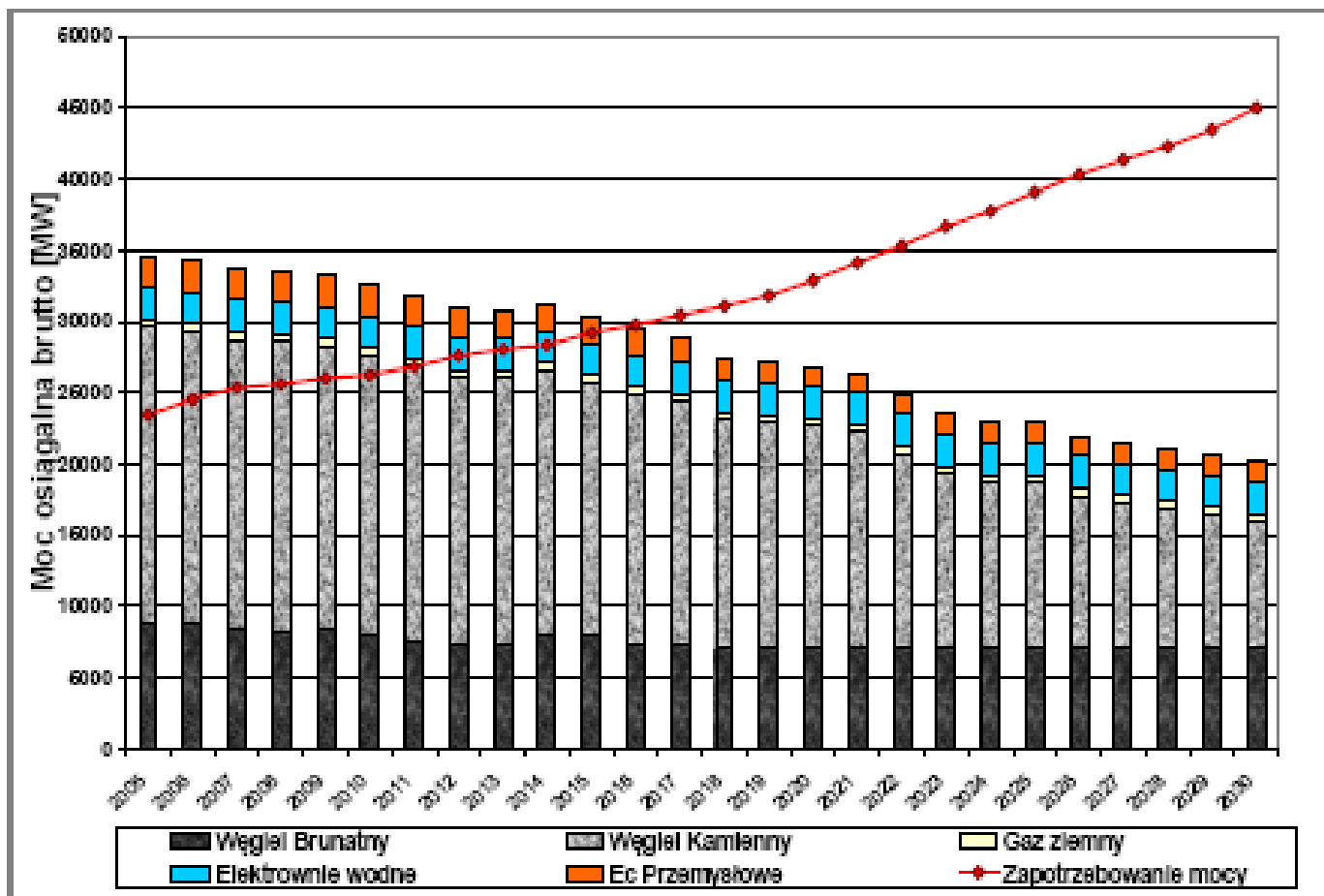


Źródła pozyskiwania energii
elektrycznej w Unii Europejskiej



Zasoby węgla w dotychczas pracujących kopalniach zaczną się wyczerpywać w połowie lat 20-tych, a budowa nowych kopalni by eksploatować złoża położone na większych głębokościach i trudniejsze do wydobywania będzie znacznie bardziej kosztowna.

Zainstalowana moc w systemie energetycznym oraz przyszłe zapotrzebowanie



źródło: Ministerstwo Gospodarki

Zachowanie węgla, ropy i gazu dla przyszłych pokoleń

- **Zasoby węgla, ropy i gazu ziemnego to cenny surowiec** dla przemysłu chemicznego i marnotrawstwem jest spalanie ich w elektrowniach. Musimy zachować je dla przyszłych pokoleń.
- Obecnie eksploatowanych pokładów węgla wystarczy nam na około 30 lat, a w perspektywie około 70 lat również i droższych pokładów węgla może nam zabraknąć.
- Natomiast uran nie nadaje się do niczego poza rozszczepieniem w elektrowni jądrowej.
- Zasoby uranu są ogromne, a przy wprowadzeniu cyklu zamkniętego z prędkimi reaktorami powielającymi praktycznie niewyczerpalne.
- Dlatego użycie uranu nie powoduje w praktyce zubożania zasobów –a więc spełnia podstawowy warunek strategii zrównoważonego rozwoju, korzystnej i dla nas i dla naszych wnuków.

Zasoby uranu na świecie:

Australia	460,000 t
Kanada	426,000 t
Kazachstan	254,000 t
RPA	186,000 t
Brazylia	112,000
Namibia	110,000 t
Uzbekistan	109,000 t
USA	102,000 t
Niger	94,000 t
Rosja	75,000 t

Łącznie 20 mln ton !!!

Wg stwierdzenia Parlamentu Europejskiego (24.10.2007)

- znane światowe zasoby uranu wystarczą według szacunków na ponad 200 lat
- zasoby te dają możliwości dywersyfikacji ryzyka politycznego w zakresie bezpieczeństwa dostaw
- energia jądrowa ma długą przyszłość, ponieważ opiera się ona na wykorzystaniu zasobów, które wydłużą okres ewentualnego stosowania energii jądrowej do tysięcy lat

ENERGIA WIATRU: FAKTY I MITY

MIT: Według twierdzenia Greenpeace na konferencji w Rio, w 2017 roku z energii wiatru można będzie otrzymać 10% światowej produkcji elektryczności.

FAKTY:

- ☒ 10% energii elektrycznej we Francji = 45 TWh/rok = 6 elektrowni jądrowych
- ☒ Mogłoby je zastąpić 43700 wiatraków o mocy 750 kW każdy (o wysokości 85 m, to znaczy ponad dwukrotnie wyższych od wysokości linii przesyłowej wysokiego napięcia).
- ☒ Niezbędna minimalna prędkość wiatru: 5 m/s, a sprawność przy sile wiatru 5 w skali Beauforta: 40%
- ☒ Średnia dyspozycyjność wiatraków: 11% rocznie (a) lub 17% (b), podczas gdy dyspozycyjność elektrowni jądrowej wynosi 85%
- ☒ Lokalizacja wiatraków: strefa brzegowa o długości 11 000 km i o powierzchni 273 125 ha
- ☒ Koszty produkcji: 25 centymów/kWh w stosunku do 11 centymów/kWh dla energii jądrowej
- ☒ Rzeczywista liczba wiatraków aktualnie istniejących, moc zainstalowana i wytwarzana energia:

– Dania:	4000,	7%,	1,5%
– Holandia:	1100,		0,4%
– Niemcy:	4871,		0,6%
- ☒ Obciążenia środowiska związane z wiatrakami:
 - akustyczne
 - wizualne i stroboskopowe
 - ekologiczne (zgony ptaków)
- ☒ Koszty inwestycyjne: 217 mld franków (koszt budowy 10 elektrowni jądrowych)

(a) wg narodowego biura energii odnawialnych Holandii

(b) wg narodowego biura producentów energii elektrycznej w Niemczech, VDEW

Źródło: Stowarzyszenie Ekologów za Energią Jądrową (<http://www.ecolo.org/AEPN.fr.html>).

A może energia z wiatru?



Czy podoba Wam się ten widok?

Biomasa – więcej miejsc pracy w kraju, stabilna praca w sezonie letnim, ale koszty...

- Koszty wytwarzania w elektrowniach biomasowych opalanych **masą stałą** w Polsce szacowane są (wg. EP Katowice) na: **267 PLN/MWh** – zrębki drewna, **359 PLN/MWh** – słoma.
- **Biogaz** $12\,663 \div 21\,708$ PLN/kW – jednostkowe nakłady inwestycyjne (biogazownia + elektrownia); są one **3÷5 krotnie wyższe w porównaniu z elektrowniami jądrowymi!**
- Wg. J. Popczyka nakłady inwestycyjne na biometanowe źródło kogeneracyjne (500 kW_e) = **20 000 PLN/kW** = 5528 EUR/kW.
- W 2007 r. średnia hurtowa cena energii ok. 128 PLN/MWh.
- A koszt zakupu energii z OZE 360 PLN/MWh

Dla zapewnienia Polsce potrzebnych źródeł energii elektrycznej

- Dla zmniejszenia emisji pyłów, SO₂, NO_x a więc dla redukcji kosztów zewnętrznych, uzyskania czystego powietrza i przedłużenia naszego życia
- Dla obniżenia kosztów energii elektrycznej rosnących z powodu subwencji na odnawialne źródła energii

Konieczne jest podjęcie rozwoju energetyki jądrowej i uruchomienie pierwszej EJ w 2021 roku

Budowanie dalszych EJ jako taniego, czystego i stabilnego źródła energii elektrycznej.



Prezentacje z wykładów na stronie:

www.forumatomowe.org

