



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rze
Energii Nuklearnej

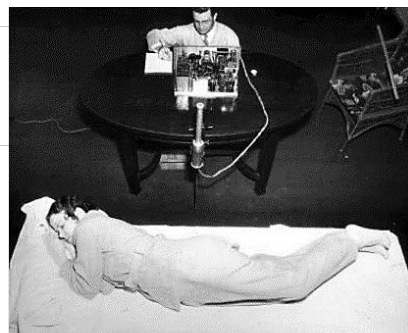


Polskie
Towarzystwo
Nukleonczne



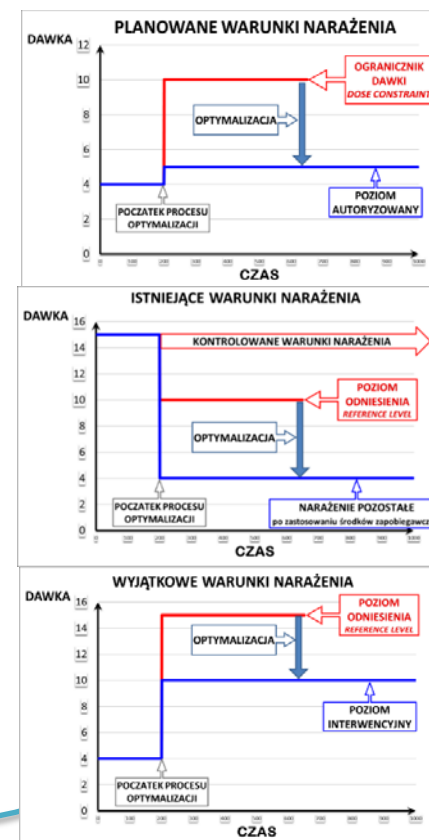
Rzeczywisty ubiór
ochronny używany w
ochronie przed prom X

Paweł KRAJEWSKI
krajewski@clor.waw.pl



„meter-arc” metoda do
pomiaru zawartości radu
Ra-226 w ciele pracownika tzw.
radium-dial painting industry

EWOLUCJA NORM OCHRONY RADIOLOGICZNEJ *HISTORIA I REKOMENDACJE ICRP 1925-2018*





CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne

zagadnienia wykładu

- odkrycie promieniowania jonizującego
- pierwsze standardy
- nowa era,
- „pierwsze” zalecenia ICRP,
- hipoteza LNT – zmiana filozofii ochrony radiologicznej,
- zalecenia ICRP Pub. 26 (1977 r.), ICRP Pub. 60 (1990 r.), ICRP Pub. 103 (2007 r.),
- historia limitów dawek od 1924 r. do 2018 r.,
- czekające nas zmiany w systemie ochrony radiologicznej,
- inicjatywa SARI (*Scientist for Accurate Radiation Information*)
- podsumowanie



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne

referencje

W. C. Inkret, Ch. B. Meinhold and J. C. Taschner,
A Brief History of Radiation, Protection of Standards, Radiation and Risk- A Hard Look at the Data, Los Alamos Science Number 23, 1995.

W. C. Inkret, Ch. B. Meinhold and J. C. Taschner,
Radium—the Benchmark, The Human Plutonium Injection Experiments, Los Alamos Science Number 23, 1995.

R.H. Clarke and J. Valentin,
The History of ICRP and the Evolution of its Policies, ICRP publication 109, 2009 ICRP, Elsevier Ltd.

S. Lee, M. Crean, ed. *THE STORY OF RADIOLOGY*,
ESR – European Society of Radiology, October 2013



omawiane jednostki

Gy-grey, mGy –miliGrey (1/1000 Gy)
jednostka napromienienia

Sv-Sievert, mSv-miliSievert (1/10000 Sv)
jednostka ryzyka

na potrzeby tej prezentacji można przyjąć że:
 $1 \text{ Gy} \cong 1 \text{ Sv}$



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne

OCHRONA RADIOLOGICZNA

ochrona przed promieniowaniem

Środki związane z ograniczaniem szkodliwych skutków działania promieniowania jonizującego na człowieka.

Ograniczanie napromieniowania zewnętrznego i wniknięcia nuklidów promieniotwórczych do organizmu oraz profilaktyka mająca na celu ograniczenie wszelkich szkód dla organizmu wynikających z napromienienia lub skażeń. *[ISO 921/97 (radiological protection)]*

Od odkrycia promieniowania i promieniotwórczości minęło ponad 120 lat, a standardy ochrony przed promieniowaniem oraz filozofia rządząca tymi standardami ewoluowały skokowo.



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleonicy

OCHRONA RADIOLOGICZNA

ochrona przed promieniowaniem

Przy ustalaniu limitów dawek kierowano się **zasadą przezorności** tzn. aby ryzyko **zbyt niskiej oceny** skutków oddziaływania promieniowania na organizm człowieka było jak najmniejsze

Oczywiste efekty oddziaływania promieniowania na organizm człowieka obserwowano tylko **w zakresie wysokich dawek.**

Skalowanie tych skutków do zakresu niskich dawek spodziewanych np. przy pracy ze źródłami promieniowania doprowadzało do ustalania bardzo niskich i kosztownych w utrzymaniu limitów ochrony radiologicznej



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



STOWARZYSZENIE
ELEKTRYKÓW
POLSKICH

Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleonczne

historia limitów dawek

odkrycie promieniowania jonizującego



promienie x, odkryte przez niemieckiego fizyka
Wilhelma Konrada Roentgen'a, 8 listopada 1895



*radiograf ręki prezentowany w 1986 roku
na wykładzie W. Roentgena o wykryciu
promieniowania X*



Antoine Henri Becquerel odkrył
promieniotwórczość w 1896 w Paryżu.



*klisza fotograficzna należąca
do Becquerela, która została
zaciemniona przez
promieniowanie jądrowe soli
uranu.*



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



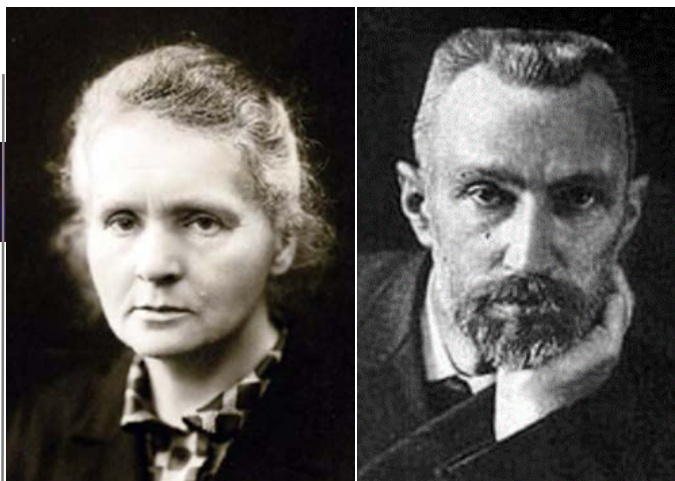
Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleonczne

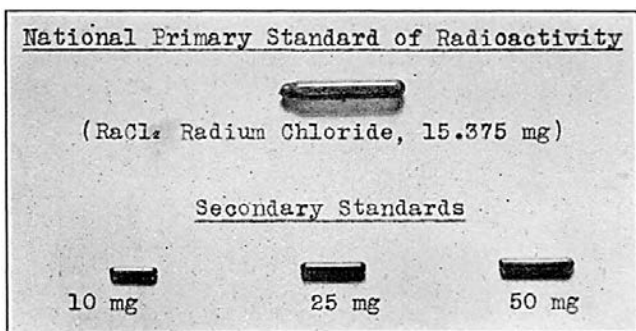
historia limitów dawek

odkrycie promieniowania jonizującego



odkrycie polonu (symbol Po, l. atomowa 84)
Marii Skłodowska-Curie, Pierre Curie,
18 lipca 1898 r.

odkrycie radu (symbol Ra, l. atomowa 88)
Marii Skłodowska-Curie, Pierre Curie,
Gustaw Bémont, 26 grudnia 1898 r.



szklana rurka z chlorkiem radu przechowywana
w Narodowym Biurze Standaryzacji USA
(obecnie Narodowy Instytut Standaryzacji i
Technologii NIST) jako wzorzec aktywności.
W 1913 r. kalibrowana podobnym wzorcem
przygotowanym przez Marię Skłodowską Curie
przechowywanym w Biurze Wąg i Miar w
Sevres we Francji



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



STOWARZYSZENIE
ELEKTRYKÓW
POLSKICH

Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



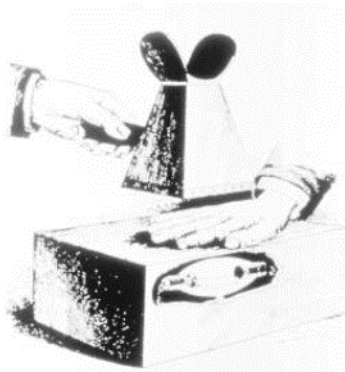
Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne

historia limitów dawek

odkrycie promieniowania jonizującego

Od 1897 r. aparaty rentgenowskie początkowo były stosowane w polowych szpitalach wojskowych później stopniowo znalazły się w powszechnym użyciu. Przez dwie dekady ignorowano doniesienia o uszkodzeniach tkanek w skutek promieniowania.

Kalibrację aparatów rentgenowskich prowadzono na podstawie stopnia zaczerwienienia skóry ręki operatora bezpośrednio wkładanej w wiązkę.



*ustawienie ogniska
wiązki prom X w
1902 r.*

Aparat rentgenowski- 200 kV;
dawka w wiązce $0.3 \text{ Gy} \cdot \text{min}^{-1}$
20 min ekspozycji
zaczerwienienie skóry (dawka 6 Gy)
110 min ekspozycji
oparzenie III stopnia (dawka ~30 Gy)

obecny limit dawki rocznej dla
narażonych zawodowo
($20 \text{ mSv} \cdot \text{rok}^{-1}$) 1500 razy mniejszy



*ręce wczesnych radiologów
po otrzymaniu wysokich
dawek promieniowania*



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



STOWARZYSZENIE
ELEKTRYKÓW
POLSKICH

Komitety
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleonowe

historia limitów dawek

odkrycie promieniowania jonizującego



wykonywano około
400 tego typu badań
na miesiąc bez
żadnej ochrony

Badanie radiograficzne w 1896 r.

pub. w *THE GERMAN JOURNAL GARTENLAUBE*

(za *THE STORY OF RADIOLOGY*, ESR – European Society of Radiology,
October 2013)



historia limitów dawek *pierwsze standardy*

1896 r. pierwsze zalecenia ochrony radiologicznej: (amerykański inżynier **Wolfram Fuchs**)

- możliwie skrócić czas ekspozycji (**czas**)
- utrzymywać odległość od lampy prom. X : min. 30 cm (**odległość**)
- smarować skórę wazeliną, pokryć dodatkową warstwą najbardziej napromienione powierzchnie skóry (**osłona ?**)

1902 r. pierwszy limit dawki $10 \text{ rad} \cdot \text{d}^{-1}$ ($100 \text{ mGy} \cdot \text{d}^{-1}$) [$30 \text{ Gy} \cdot \text{rok}^{-1}$] na podstawie najmniejszej ekspozycji powodującej zaczernienie płytki fotograficznej

wrzesień 1924 r. „tolerance dose” **1/100 Erythema Dose** na miesiąc (**60 rem/miesiąc**) ($20 \text{ mGy} \cdot \text{d}^{-1}$) [$700 \text{ mGy} \cdot \text{rok}^{-1}$]

Artur Mutsheller (American Roentgen Ray Society)

„tolerance dose” ekspozycja całego ciała bez szkodliwych efektów (wp. bzp. 10)

„Physical Standards of Protection Against Roentgen Ray Dangers” w 1925

historia limitów dawek *pierwsze standardy*

■ **1925 r. Londyn -pierwszy ICR (Międzynarodowy Kongres Radiologii)**
powstanie ICRU

International Commision on Radiation Units and Measurements
(International X-ray Unit Committee)

■ **1928 r. Sztokholm – drugi ICR International Congress of Radiology**

ICRU proponuje jednostkę ekspozycji **roentgen**

wielkość promieniowania jonizującego, która wytwarza w jednym centymetrze sześciennym powietrza (*0.00129 g powietrza przy standardowej temperaturze i ciśnieniu*) jednostkową sumę elektrycznych ładunków wszystkich jonów jednego znaku.

1 rad= 1 rem = 0.96 roentgena (1 Gy \cong 100 rad)

■ **powstanie ICRP**

International Commision of Radiological Protection

(International X-ray and Radium Protection Committee)



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleonowe

historia limitów dawek *pierwsze standardy*

1934 r. pierwszy standard: $0,1 \text{ R}\cdot\text{d}^{-1}$ ($\sim 10 \text{ mGy}\cdot\text{d}^{-1}$) [$\sim 0,3 \text{ G rok}^{-1}$]
proponowany przez:

„U.S. Advisory Committee on X-ray and Radium protection”
2 razy mniej niż „tolerance dose” Artur Mutsheller z 1924 r.
tylko jakościowa obserwacja ewidentnych zmian biologicznych

**1941 r. uzupełnienie standardu o dopuszczalną zawartość
radu Ra-226 w ciele - 0.1 mg . (0.1 mCi) [3.7 kBq]**

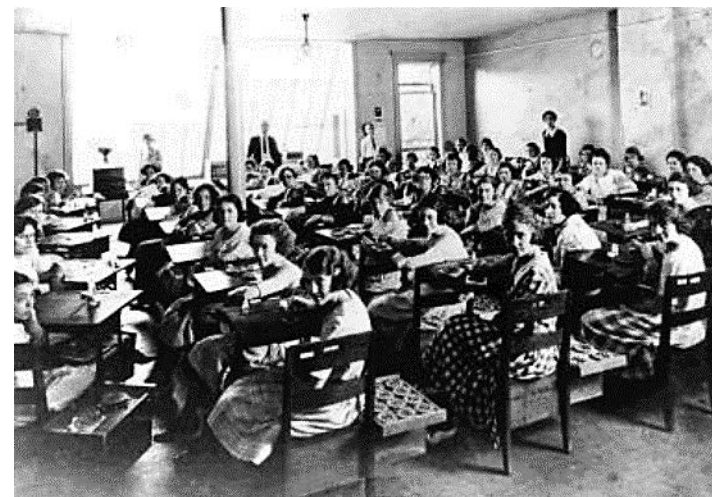
10 letnie badania 27 osób eksponowanych
wewnętrznie Ra-226

(malujących tarcze i wskazówki przyrządów
nawigacyjnych i zegarów - w czasie II Wojny
Światowej była to znacząca gałąź gospodarki):

20 osób ($1 \div 20 \text{ mCi}$) [$37 \text{ kBq} \div 740 \text{ kBq}$];

7 osób $< 0.5 \text{ mCi}$.

Badania Robley D. Evans'a (1932-1941)
the Massachusetts Institute of Technology.





CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne

historia limitów dawek *pierwsze standardy*

1944 r. uzupełnienie standardu o dopuszczalną zawartość plutonu Pu-239 w ciele – 5 mg = 0.3 mCi. (~ 11 kBq) - ekwiwalent zdeponowanej energii cząstek α od 0.1 mg Ra-226

1945 r. dopuszczalna zawartość plutonu została 5 krotnie zmniejszona do 0.06 mCi (~ 2 kBq)
Manhattan Engineer District

Hanford – produkcja plutonu Pu-239 w reaktorach - zawartość plutonu Pu-238 w ciele zmniejszona do 0.03 mCi (~ 1 kBq)



historia limitów dawek *nova era*

1949 r. Konferencja w Chalk River, Ontario: Tripartie report USA, Wielka Brytania, Kanada

■ nowe koncepcje odnośnie określenia dawki:

- dawka pochłonięta w funkcji energii fotonu i głębokości w tkance (deep dose) *absorbed dose [rad]*
- równoważnik dawki *dose-equivalent [rem]*
- względna skuteczność biologiczna *relative biological effectiveness [RBE]*
wartości RBE zależą od dawki, mocy dawki i końcowego efektu biologicznego

■ radiotoksyczność plutonu

■ człowiek standardowy (reference anatomical human),

■ limity dawek od zewnętrznej i wewnętrznej ekspozycji:

- pluton Pu-238 w ciele – 5 mg = 0.3 mCi (~ 11 kBq)
- limit dawki na szpik kostny 300 mrem/tydzień (15 rem·rok⁻¹) [150 mGy·rok⁻¹]
- Limit dawki na skórę 600 mrem/tydzień (30 rem·rok⁻¹) [300 mGy·rok⁻¹]

2 x mniejsza niż Artura Mutsheller'a

■ 1953 r. zaakceptowane przez ICRP

■ 1954 r. zaakceptowane przez NCRP

National Council on Radiation Protection and Measurements



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleonczne

historia limitów dawek „pierwsze” zalecenia ICRP

lata 1950-te na podstawie analizy danych osób ocalałych po wybuchach bomb atomowych w Hiroszynie i Nagasaki (*nigdy nie zaobserwowane*) powstaje hipoteza wpływu promieniowania na zmiany genetyczne u ludzi, co prowadzi do dalszego obniżania limitów dawek

1958 r. Recommendation ICRP (ICRP 1959b) *Publication 1*

limit dawek rocznych dla narażonych zawodowo $5 \text{ rem}\cdot\text{rok}^{-1}$
[50 mSv rok⁻¹]

limit dawki życiowej dla osób narażonych zawodowo (18-65 lat)
 $D = 5(N - 18)$ **235 rem** [2350 mSv]

limit rocznych dawek otrzymywanych przez ludność $0.5 \text{ rem}\cdot\text{rok}^{-1}$
[5 mSv·rok⁻¹]

1960 r. Federal Radiation Council $500 \text{ mrem}\cdot\text{rok}^{-1}$ [5 mSv·rok⁻¹]

(dla pojedynczej osoby w populacji)

oraz **170 mrem·rok⁻¹** [1,7 mSv·rok⁻¹] (jako średniej dla całej populacji)



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne

historia limitów dawek

hipoteza LNT – zmiana filozofii ochrony radiologicznej

1961 r. badania epidemiologiczne populacji osób ocalałych po wybuchach bomb atomowych w Hiroszynie i Nagasaki wykazały zwiększoną liczbę guzów (litych) rakowych i białaczki.

prowadziło to do radykalnej zmiany filozofii ochrony radiologicznej od „**praktycznego**” stanowiska przestrzegania limitów w celu zabezpieczenia przed bezpośrednim niszczącym tkanki oddziaływaniem promieniowania na organizm ludzki (tzw. skutkami deterministycznymi) do przyjęcia **hipotezy liniowego bez progowego** (*linear no-threshold, LNT*) oddziaływania promieniowania na zdrowie człowieka i eliminacji ryzyka raka dla narażonych zawodowo oraz ludności.



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



STOWARZYSZENIE
ELEKTRYKÓW
POLSKICH

Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



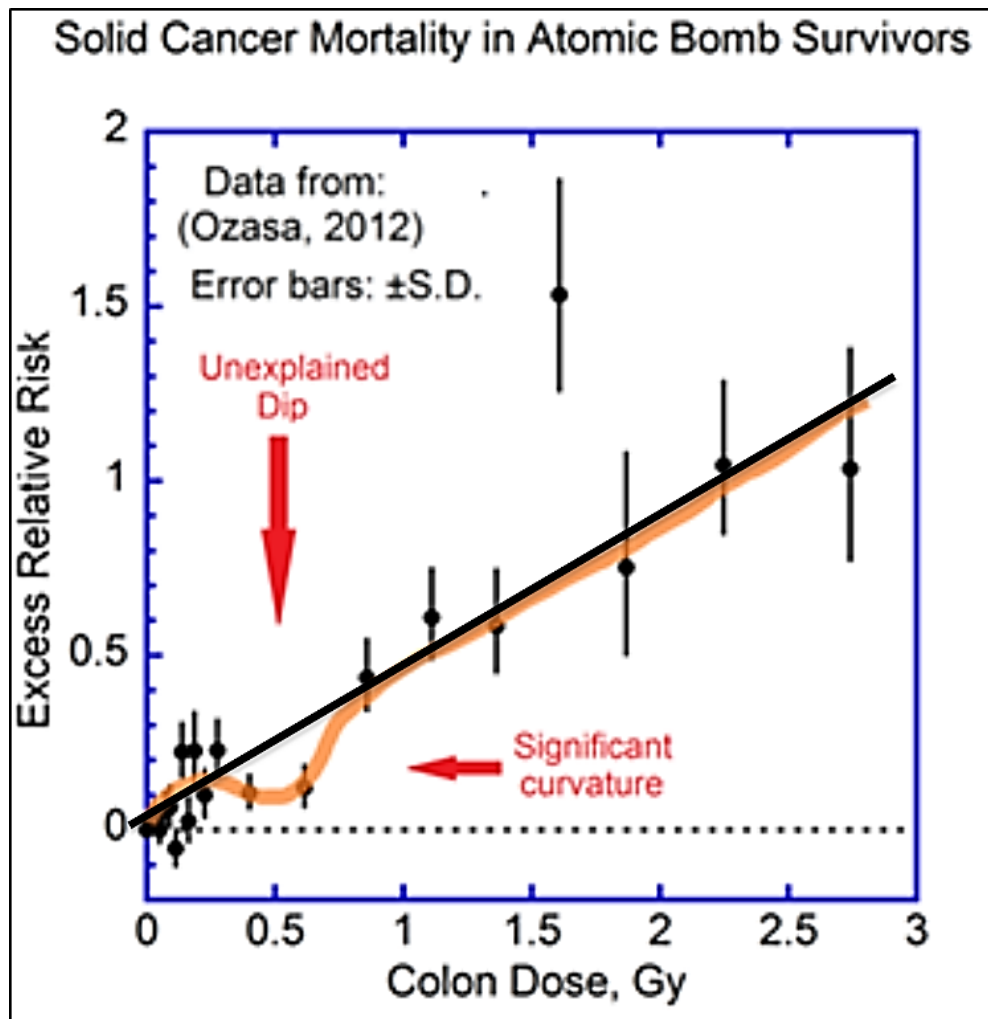
Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne

historia limitów dawek

hipoteza LNT – zmiana filozofii ochrony radiologicznej



Umieralność na raka w kohorcie ABS wg pracy Ozasa i wsp. 2012, z przyjęciem jako zera poziomu ekstrapolowanego z umieralności przy niskich dawkach



historia limitów dawek

hipoteza LNT – zmiana filozofii ochrony radiologicznej

Podstawą hipotezy LNT były dwa założenia:

- nawet najmniejsza dawka promieniowania jonizującego wywołuje uszkodzenia DNA i mutacje;
- zwiększona liczba mutacji prowadzi do wzrostu liczby zachorowań na raka - *model rozwoju nowotworów który zależy bezpośrednio od mutacji somatycznych*

W latach 1977, 1990 i 2007 pojawiły się kolejne rekomendacje ICRP w których następowała dalsza „rozbudowa” systemu ograniczania (kontroli) dawek.

- wprowadzono współczynnik ryzyka śmierci w wyniku raka indukowanego promieniowaniem $1 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ na rok, co przy utrzymanym limicie 50 mSv rok^{-1} daje ryzyko 5 zgonów na 10 000 osób narażonych zawodowo

(w oryginale limit ten wynosił 5 rem a współczynnik ryzyka 10^{-4} rem^{-1})



historia limitów dawek

hipoteza LNT – zmiana filozofii ochrony radiologicznej

współczynnik ryzyka śmierci w wyniku raka indukowanego promieniowaniem $1 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ na rok

$$N = 0.01 \times \sum_i L_i \times D_i$$

N-przewidywana liczba osób zmarłych na raka
 L_i -liczba osób, które otrzymały dawkę D_i

Przykład:

kohorta 10 000 osób które otrzymały dawkę 0.05 Sv(50 mSv)

$$N = \mathbf{0.01} \times 10\ 000 \times 0.05 = 5$$

ryzyko 5 zgonów na raka



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



STOWARZYSZENIE
ELEKTRYKÓW
POLSKICH

Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



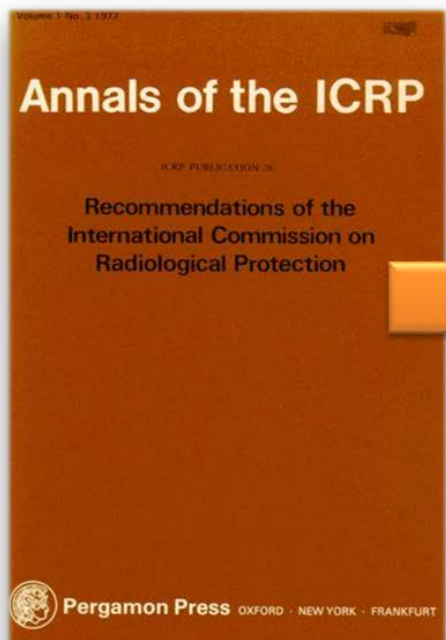
Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne

historia limitów dawek

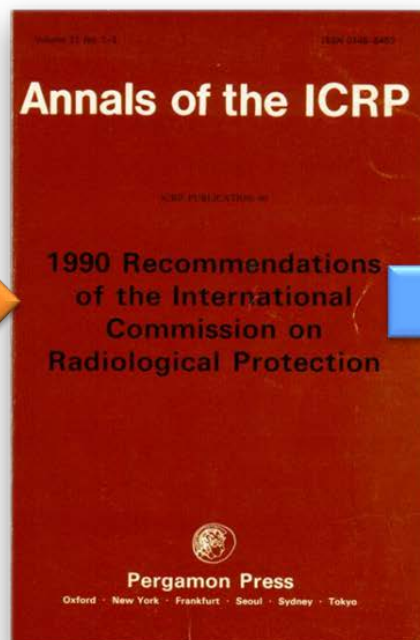
wg. zaleceń ICRP Pub. 26 (1977 r.), ICRP Pub. 60 (1990 r.), ICRP Pub. 103 (2007 r.)

W ciągu 30 lat ICRP trzy razy wydawała zalecenia istotnie zmieniające kryteria Ochrony Radiologicznej

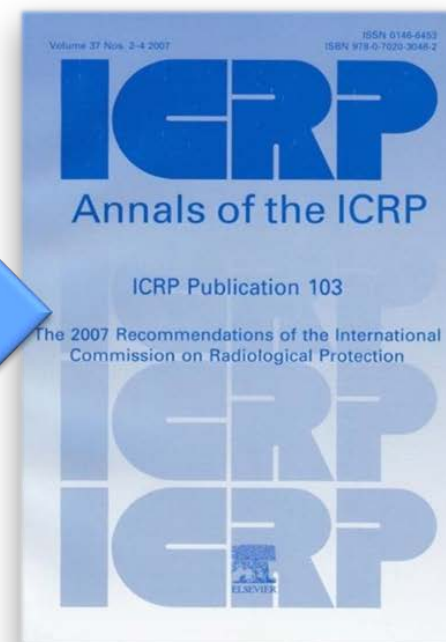
Zalecenia z 1977 Pub. 26



Zalecenia z 1990 Pub. 60



Zalecenia z 2007 Pub. 103





historia limitów dawek

wg. zaleceń ICRP Pub. 26 (1977 r.), ICRP Pub. 60 (1990 r.), ICRP Pub. 103 (2007 r.)

zalecenia ICRP Pub. 26 z 1977 r.

- po raz pierwszy wprowadzono rozróżnienie między „stochastycznymi” i „nie-stochastycznymi” skutkami promieniowania
- wprowadzono ilościową ocenę ryzyka nowotworów:
 - czerwony szpik
 - kości, powierzchnia kości
 - płuca
 - tarczyca
 - piersi
 - inne tkanki
- wprowadzono współczynnik ryzyka zgonu na raka wskutek promieniowania (średni dla obu płci i grup wiekowych)
0.01 Sv⁻¹
- wprowadzono współczynnik ryzyka zmian cech dziedzicznych spowodowanych działaniem promieniowania jonizującego
0.004 Sv⁻¹



historia limitów dawek

wg. zaleceń ICRP Pub. 26 (1977 r.), ICRP Pub. 60 (1990 r.), ICRP Pub. 103 (2007 r.)

zalecenia ICRP Pub. 60 z 1990 r.

- modyfikacja terminu skutków „nie-stochastycznych” obecnie zwanych „deterministycznymi”

skutek deterministyczny to skutek zdrowotny promieniowania posiadający „w zasadzie” dawkę progową powyżej której ostrość skutku zwiększa się wraz z wartością dawki

- modyfikacja skutków „stochastycznych”:
13 organów plus gonady

- podniesiono współczynnik ryzyka zgonu na raka wskutek promieniowania

- dla ludności z **0.01 Sv⁻¹ do 0.05 Sv⁻¹**
- dla narażonych zawodowo z **0.01 Sv⁻¹ do 0.04 Sv⁻¹**

- oraz współczynnik ryzyka zmian cech dziedzicznych

- dla ludności z **0.004 Sv⁻¹ do 0.01 Sv⁻¹**
- dla narażonych zawodowo z **0.004 Sv⁻¹ do 0.06 Sv⁻¹**



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne

historia limitów dawek

wg. zaleceń ICRP Pub. 26 (1977 r.), ICRP Pub. 60 (1990 r.), ICRP Pub. 103 (2007 r.)

zalecenia ICRP Pub. 26 z 1977 r. a zalecenia ICRP Pub. 60 z 1990 r.

Współczynniki wagowe tkanek w_T			
ORGAN	Zalecenia 1977 (ICRP Pub. 26)	ORGAN	Zalecenia 1990 (ICRP Pub. 60)
tarczyca, powierzchnia kości	0.03	skóra, powierzchnia kości	0.01
płuca, szpik kostny	0.12	pęcherz, piersi, wątroba, przełyk, tarczyca,	0.05
piersi	0.15	płuca, szpik kostny, jelito grube, żołądek	0.12
pozostałe	0.30	pozostałe	0.05
gonady	0.25		0.2



historia limitów dawek

wg. zaleceń ICRP Pub. 26 (1977 r.), ICRP Pub. 60 (1990 r.), ICRP Pub. 103 (2007 r.)

zalecenia ICRP Pub. 26 z 1977 r. a zalecenia ICRP Pub. 60 z 1990 r.

Indywidualne Dawki Graniczne (*Individual Dose Limits*)

Rodzaj ekspozycji	Zalecenia 1977 (ICRP Pub. 26)	Zalecenia 1990 (ICRP pub. 60)
Narażenie zawodowe (oraz akcje usuwania skutków awarii)	50 mSv/rok ⁽³⁾	20 mSv/rok ⁽¹⁾ (uśrednione w okresie 5 lat: <50 mSv/rok)
pojedynczy organ: (za wyjątkiem)	500 mSv/rok ⁽⁴⁾	wycofane
soczewki oka	300 mSv/rok	150 mSv/rok ⁽²⁾
skóry	20 Sv (w okresie życia)	500 mSv/rok ⁽²⁾
rąk oraz stóp	-	500 mSv/rok ⁽²⁾
Kobiety w ciąży		2 mSv na powierzchni podbrzusza, 1 mSv od wnęk radionuklidów
Narażenie ludności 1985 Paris Statement	5 mSv/rok ⁽³⁾ 1 mSv/rok ⁽³⁾ -dozwolony limit 5 mSv/rok o ile średnia w ciągu całego życia < 1mSv/rok)	1 mSv/rok(> wartości o ile średnia w ciągu 5 lat < 1mSv/rok)
pojedynczy organ (za wyjątkiem) :	50 mSv/rok ⁽⁴⁾	wycofane
soczewki oka		15 mSv/rok
skóry	$w_T = 0.01$	50 mSv/rok





historia limitów dawek

wg. zaleceń ICRP Pub. 26 (1977 r.), ICRP Pub. 60 (1990 r.), ICRP Pub. 103 (2007 r.)

zalecenia ICRP Pub. 26 z 1977 r. a zalecenia ICRP Pub. 60 z 1990 r.

- wycofano $500 \text{ mSv}\cdot\text{rok}^{-1}$ na pojedynczy organ ponieważ ograniczała go dawka graniczna efektów stochastycznych $20 \text{ mSv}\cdot\text{rok}^{-1}$ **[50 mSv w 1 roku]**
- roczne dawki graniczne dla soczewek oka
 - narażeni zawodowo $150 \text{ mSv}\cdot\text{rok}^{-1}$
 - ludność $15 \text{ mSv}\cdot\text{rok}^{-1}$
- roczne dawki graniczne na skórę
 - narażeni zawodowo $500 \text{ mSv}\cdot\text{rok}^{-1}$
 - ludność $50 \text{ mSv}\cdot\text{rok}^{-1}$

dawki graniczne dla ludności są 10 razy mniejsze od dawek granicznych dla narażonych zawodowo?

czy nie powinien być jeden próg ?

Argumentacja ICRP:

- dawki graniczne dla ludności uwzględniają dzieci -większa promienio-wrażliwość $\times (2\div 5)$
- dłuższy czas ekspozycji ludności niż narażonych zawodowo $\times 2$



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleonczne

historia limitów dawek

wg. zaleceń ICRP Pub. 26 (1977 r.), ICRP Pub. 60 (1990 r.), ICRP Pub. 103 (2007 r.)

zalecenia ICRP Pub. 103 z 2007 r.

Zalecenia ICRP z 1990 r. powtórzono w publikacji ICRP z 2007 r oraz wprowadzone do Dyrektywy Rady UE 2013/59/EURATOM, gdzie **podtrzymano trzy kluczowe zasady ochrony radiologicznej**, stosowane teraz do wszystkich w/w warunków narażenia.

- **UZASADNIENIE (justification)** : żadna działalność stwarzająca narażenie człowieka na promieniowanie, nie może być zaakceptowana, o ile korzyści dla poszczególnych osób lub dla społeczności wynikające z kontynuacji lub rozpoczęcia działalności nie przewyższają szkody (detriment) (łącznie ze szkodą radiacyjną) wynikające z tej działalności.
- **OPTYMALIZACJA (optimisation)** : planowana, odniesiona do konkretnego źródła promieniowania działalność powinna być ograniczona (**constrained**) tak aby ograniczyć dawki indywidualne (**dose constraint**) lub ograniczyć ryzyko potencjalnego narażenia (**risk constraint**) do takiego poziomu, przy którym dalsze obniżenie staje się mniej istotne niż ponoszone z tego powodu koszty ekonomiczne lub socjalne.
- **ZASTOSOWANIE DAWEK GRANICZNYCH (limitation)** : Wartość indywidualnej dawki efektywnej lub równoważnej, otrzymanej w warunkach planowanego narażenia przy pracach z jakimkolwiek znajdującym się pod kontrolą źródłem, za wyjątkiem narażenia medycznego pacjentów, nie może przekroczyć odpowiednich poziomów określonych przez Komisję



historia limitów dawek

wg. zaleceń ICRP Pub. 26 (1977 r.), ICRP Pub. 60 (1990 r.), ICRP Pub. 103 (2007 r.)

zalecenia ICRP Pub. 103 z 2007 r.

Począwszy od publikacji zaleceń z 1977 Pub. 26 zwrócono uwagę na fakt, że wdrożenie określonej technologii podlega procesowi **analizy kosztów i zysku** - oceny opłacalności dla określonej jednostki organizacyjnej lub społeczeństwa.

Podjęto próbę stworzenia systemu optymalizacji w ochronie radiologicznej

ZASADA OPTYMALIZACJI (odnosi się do określonego źródła promieniowania) postępowanie w celu:

- ograniczenia wartości dawek indywidualnych,
- zmniejszenia liczby narażonych ludzi jak również
- zmniejszeniu prawdopodobieństwa potencjalnego narażenia na promieniowanie

do tak niskiego poziomu jak jest to rozsądnie osiągalne czyli poniżej odpowiedniego **ogranicznika dawek** ustalonego przy uwzględnieniu **czynników ekonomicznych i socjalnych.**



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleonczne

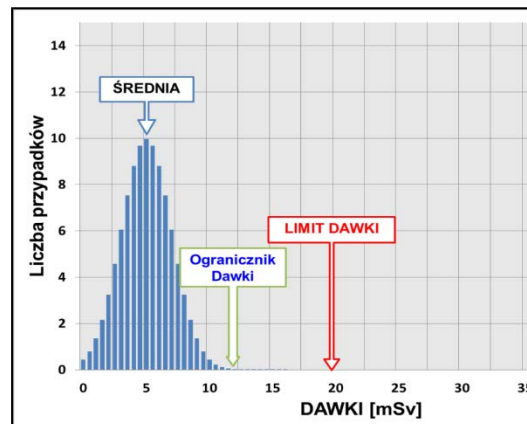
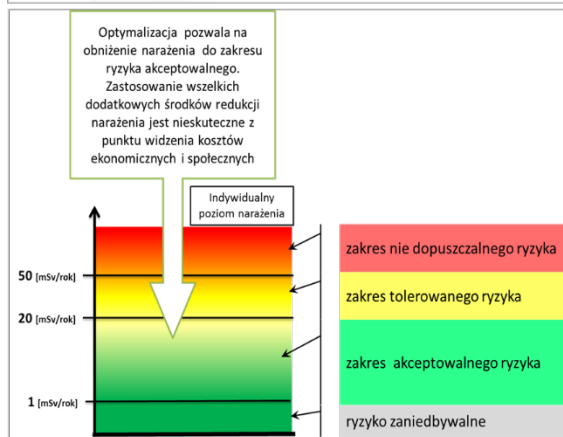
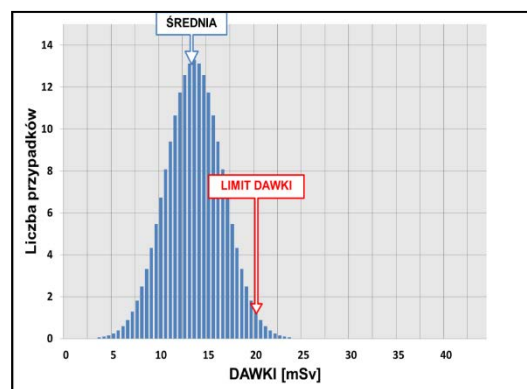
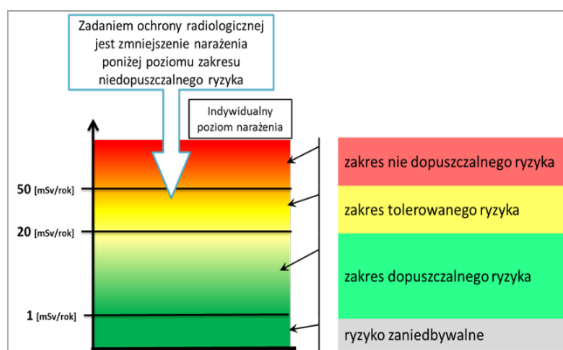
historia limitów dawek

wg. zaleceń ICRP Pub. 26 (1977 r.), ICRP Pub. 60 (1990 r.), ICRP Pub. 103 (2007 r.)

zalecenia ICRP Pub. 103 z 2007 r.

rola ogranicznika dawki w procesie optymalizacji

ogranicznik dawki gwarantuje że w procesie optymalizacji planowanych warunków narażenia nie tworzą się „niesprawiedliwości” (inequities), to znaczy nie zachodzą przypadki, że niektóre osoby w schemacie optymalizacji mogą być narażone na dawki znacznie przewyższające średnią które będą bliskie lub przekraczające limit dawki





CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleonowe

historia limitów dawek

wg. zaleceń ICRP Pub. 26 (1977 r.), ICRP Pub. 60 (1990 r.), ICRP Pub. 103 (2007 r.)

Optymalizacja w formie formalnej analizy finansowej kosztów i korzyści

Wartości pieniężne jednostkowej dawki zbiorowej przyjęte w różnych krajach.
System wartości pieniężnych w zależności od indywidualnej dawki rocznej [mSv]

Kraj	Rok przyjęcia	Range of individual doses [mSv]		Monetary value of a man-sievert in the national currency	W przeliczeniu na złotówki (1 \$ = 3.15 zł)
		od	do		
Belgia SCK-SCN	1995	<1 mSv		\$27 000	85 050 zł
		1.0 [mSv]	2.0 [mSv]	\$67 000	211 050 zł
		5.0 [mSv]	10.0 [mSv]	\$267 000	841 050 zł
		10.0 [mSv]	20.0 [mSv]	\$1 333 300	4 199 895 zł
		20.0 [mSv]	50.0 [mSv]	\$5 333 000	16 798 950 zł
France EDF (Electricite de France)	1993	1.0 [mSv]	5.0 [mSv]	\$17 000	53 550 zł
		5.0 [mSv]	15.0 [mSv]	\$83 000	261 450 zł
		15.0 [mSv]	30.0 [mSv]	\$1 117 000	3 518 550 zł
		30.0 [mSv]	50.0 [mSv]	\$2 500 000	7 875 000.00 zł
Germany Proposal of VGB under trial lineary	1996	1.0 [mSv]		\$0	0.00 zł
		1.0 [mSv]	10.0 [mSv]	\$170 000	535 500.00 zł
		10.0 [mSv]	20.0 [mSv]	\$1 665 000	5 244 750.00 zł
Netherlands	1995	1.0 [mSv]	15.0 [mSv]	\$500 000	1 575 000.00 zł
		15.0 [mSv]	50.0 [mSv]	1 000 000	3 150 000.00 zł
Spain	1994	1.0 [mSv]	3.0 [mSv]	\$667 000	2 101 050.00 zł
		3.0 [mSv]	50.0 [mSv]	\$1 000 000	3 150 000.00 zł
Sizewell UK	1995	1.0 [mSv]	5.0 [mSv]	\$17 000	53 550.00 zł
		5.0 [mSv]	50.0 [mSv]	\$85 000	267 750.00 zł
USA (NRC) South Texas	1995	1.0 [mSv]	10.0 [mSv]	\$500 000	1 575 000.00 zł
		10.0 [mSv]	50.0 [mSv]	\$25 000 000	78 750 000.00 zł
Polska	Wartości proponowane oszacowane CLOR 2014	1.0 [mSv]	5.0 [mSv]	\$17 000	50 000.00 zł
		5.0 [mSv]	15.0 [mSv]	\$83 000	260 000.00 zł
		15.0 [mSv]	20.0 [mSv]	\$1 117 000	3 500 000.00 zł
		20.0 [mSv]	50.0 [mSv]	\$2 500 000	7 800 000.00 zł





historia limitów dawek

wg. zaleceń ICRP Pub. 26 (1977 r.), ICRP Pub. 60 (1990 r.), ICRP Pub. 103 (2007 r.)

zalecenia ICRP Pub. 26 z 1977 r. a zalecenia ICRP Pub. 60 z 1990 r.

kategoryzacja działalności ze
źródłami promieniotwórczymi
i podejmowanych środków
ochrony na podstawie
procesu postępowania

~~W OPARCIU O
POSTĘPOWANIE
PROCESS-BASED
PROTECTION APPROACH~~

- ~~■ działalność
practices~~
- ~~■ działania interwencyjne
interventions~~

spójny system ochrony
radiologicznej
dla wszystkich warunków narażenia

NA PODSTAWIE
WARUNKÓW NARAŻENIA
EXPOSURE SITUATIONS

- planowane warunki narażenia
planned exposure situations
- wyjątkowe warunki narażenia
emergency exposure situations
- istniejące warunki narażenia
existing exposure situations



historia limitów dawek

wg. zaleceń ICRP Pub. 26 (1977 r.), ICRP Pub. 60 (1990 r.), ICRP Pub. 103 (2007 r.)

zalecenia ICRP Pub. 103 z 2007 r.

Trzy rodzaje warunków narażenia obejmujące cały zakres możliwych scenariuszy narażenia:

- **Planowane sytuacje narażenia** *planned exposure situations* dotyczą planowanych prac ze źródłami znajdującymi się pod kontrolą. Ten rodzaj warunków narażenia we wcześniejszych zaleceniach ICRP był określany jako *działalność (practices)*
 - > narzędzie służące do optymalizacji **OGRANICZNIK DAWKI (DOSE CONSTRAINTS)**
- **Wyjątkowe sytuacje narażenia** *emergency exposure situations* - dotyczą sytuacji nieprzewidzianych, które mogą zajść podczas prowadzenie planowanej działalności lub działań prowadzonych w złych zamiarach (akty terrorystyczne), wymagające natychmiastowej uwagi. Ten rodzaj warunków narażenia we wcześniejszych zaleceniach ICRP był określany jako *interwencje (interventions)*.
 - > narzędzie służące do optymalizacji **POZIOM ODNIESIENIA (REFERENCE LEVEL)**
- **Istniejące sytuacje narażenia** ! *existing exposure situations*, warunki narażenia, które istniały zanim podjęto kontrolę np. narażenie od naturalnego tła promieniowania, narażenie w skutek skażeń powstałych po wypadkach jądrowych lub historycznej działalności (kopalnie uranowe)
 - > narzędzie służące do optymalizacji **POZIOM ODNIESIENIA (REFERENCE LEVEL)**



historia limitów dawek

czekające nas zmiany w systemie ochrony radiologicznej

Zalecenia ICRP z 2007 r.

Dyr. UE 2013/59/EURATOM z dn. 5 grudnia 2013 r

Prawo Krajowe

Artykuł 33 Traktatu Euratom (1957) ustanawiający Europejską Wspólnotę Energii Atomowej:

Zgodnie z jego postanowieniami, projekty ustaw i rozporządzeń wdrażających Dyrektywę Rady UE 2013/59/EURATOM powinny być przedstawione Komisji najpóźniej do 6 listopada 2017 r.

sytuacje narażenia	kryterium optymalizacji	narażeni zawodowo	Ludność (grupa referencyjna)
planowane	ogranicznik dawki	< 20 mSv	<1 mSv
wyjatkowe	poziom odniesienia	< 100 mSv < 500 mSv!	20(>)÷100 mSv
istniejące	poziom odniesienia	< 20 mSv	1÷20 mSv
radon	średnie roczne stężenie	<300 Bq·m ⁻³	<300 Bq·m ⁻³



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne

historia limitów dawek *próba zdrowego rozsądku*

2

PTJ

ARTYKUŁY

O KONIECZNOŚCI ZMIANY PARADYGMATU OCHRONY RADIOLOGICZNEJ - KOMENTARZ SARI -STOWARZYSZENIA UCZONYCH DLA RZETELNEJ INFORMACJI O PROMIENIOWANIU (SCIENTISTS FOR ACCURATE RADIATION INFORMATION)

*On the Need to Replace the Present Paradigm
of Radiation Protection - Comments by SARI
(Scientists for Accurate Radiation Information)*

Ludwik Dobrzyński, Marek K. Janiak, Andrzej Strupczewski
Michael Waligórski

Streszczenie: W jednym ze swoich pierwszych aktów wykonawczych, Prezydent Donald Trump zalecił „uwolnienie obywateli Stanów Zjednoczonych od nadmiernej uciążliwych norm i regulacji”. W odpowiedzi, Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (EPA) zaapelowała o propozycje, które uczyniłyby regulacje dotyczące ochrony radiologicznej „mniej uciążliwymi”. Stowarzyszenie Uczonych dla Rzetelnej Informacji o Promieniowaniu (SARI) przesyłało do EPA swój Komentarz w tej sprawie, w którym proponuje, aby odrzucić hipotezę liniową bez progu dawki (Linear No-Threshold, LNT) jako podstawę przepisów ochrony radiologicznej i zastąpić ją przez hormezę - dobroczynne działanie niskich/o niskiej mocy dawek promieniowania jonizującego, uruchamiających naturalne mechanizmy obronne w organizmie człowieka, głównie poprzez pobudzenie takich reakcji jak usuwanie rodników tlenowych, naprawę DNA i funkcje immunologiczne. Oparcie przepisów ochrony radiologicznej na hormezie radiacyjnej doprowadzi do poprawy zdrowia ogółu ludności i znacznego obniżenia kosztów społecznych ochrony przed promieniowaniem oraz ograniczy negatywne skutki ewentualnych awarii jądrowych. Tekst Komentarza SARI został przetłumaczony, aby umożliwić polskiemu czytelnikowi zapoznanie się z tym krótkim, ale wnikliwym przeglądem proponowanego systemu ochrony radiologicznej, opartego o zjawisko hormezy radiacyjnej, wraz z naukowym uzasadnieniem powodów, dla których należy odrzucić obecny paradygmat tego systemu - hipotezę LNT.

Abstract: By one of his first Executive Orders, President Trump established the “policy of the United States to alleviate unnecessary regulatory burdens placed on the American people.” Acting on this order, the US Environmental Protection Agency (EPA) solicited comments on making radiation protection regulations “less burdensome.” In response, SARI (Scientists for Accurate Radiation Information) submitted to EPA a document proposing that the (Linear No-Threshold, LNT) hypothesis on which radiation protection regulations are presently based should be rejected and replaced by hormesis – the beneficial action of low doses and low dose rates (LDDR) of ionizing radiation, predominantly due to activation of natural defence mechanisms of the body such as scavenging of reactive oxygen species, up-regulation of DNA repair, and boosting of immune reactions. Basing radiation protection regulations on radiation hormesis will benefit the health of the public, significantly decrease the public costs of radiation protection and reduce the adverse impact of any future nuclear accidents. The text of the SARI document has been translated to provide the Polish reader with a brief but comprehensive review of the proposed hormesis-based system of radiation protection and with science-based arguments for rejecting its present LNT paradigm.

Słowa kluczowe: System ochrony radiologicznej, hipoteza LNT, hormeza radiacyjna, niskie dawki i moce dawki (LDDR), reakcje immunologiczne, zdrowie publiczne, zdarzenia radiacyjne, radiofobia

Key words: Radiation Protection System, LNT hypothesis, radiation hormesis, low doses and dose rates (LDDR), immune reactions, public health, nuclear accidents, radiophobia

PTJ VOL. 60 Z. 3 2017



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne

historia limitów dawek

próba zdrowego rozsądku

Inicjatywa Stowarzyszenie Naukowców dla Rzetelnej Informacji o Promieniowaniu
(Scientists for Accurate Radiation Information- SARI)

S.A.R.I. Scientists for Accurate
Radiation Information
Effects of Radiation, the Truth Behind the Myths

- Ryzyko zachorowań na raka dla napromieniowań sporadycznych wzrasta powyżej dawki $> 0,75 \text{ Gy}$
Przy współczynniku bezpieczeństwa 5, ograniczenie dla sporadycznych napromieniowań **$0,15 \text{ Gy}$**
- Ryzyko zachorowań na raka dla napromieniowań rozciągniętych w czasie - dawka w ciągu 5 tygodni $1,5 \text{ Gy}$ podana na całe ciało lub jego połowę ma efekt terapeutyczny.
- Dawka $>2 \text{ Gy} / 5 \text{ tygodni}$ - potencjalne ryzyko zachorowań na białaczkę

Przy współczynniku bezpieczeństwa 5, ograniczenie dla napromieniowań rozciągniętych **$0.4 \text{ Gy} / 5 \text{ tygodni}, 4 \text{ Gy rok}^{-1}$**



dawki w różnych rejonach świata a limity dawek

CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne

DZIAŁALNOŚĆ CZŁOWIEKA (LIMITY)

Poważne zagrożenie życia
2 000 mSv/raz

Limit dawki dla narażonych zawodowo
w warunkach awaryjnych
250 mSv/rok

Limit dawki dla narażonych zawodowo
w warunkach normalnej pracy
20 mSv/rok

Badanie tomograficzne
6.5 mSv/rok

Limit dawki dla ludności
1 mSv/rok

Limit dawki dla ludności od EJ
0.3 mSv/rok

NIE STWIERDZONO
USZCZERBKU NA
ZDROWIU



ŹRÓDŁA NATURALNE

Lodeve i Lauragais, Francja
870 mSv/rok

Guarapari, Brazylia - plaża
790 mSv/rok

Ramsar w Iranie
260 mSv/rok

Norwegia
10.5 mSv/rok

Grand Central Station, Nowy Jork
5.4 mSv/rok

Polska
2.5 mSv/rok



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



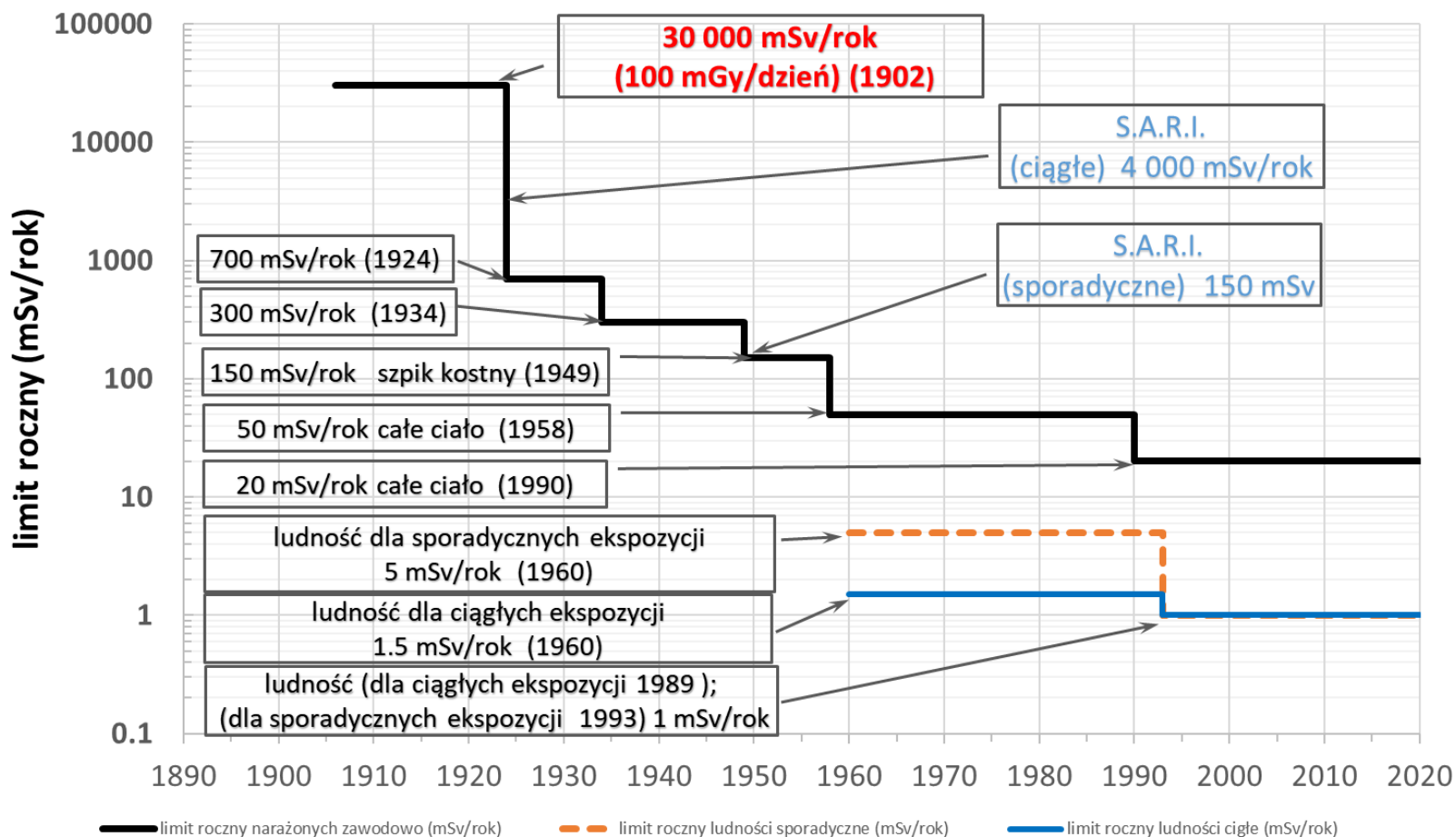
Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleonczne

historia limitów dawek od 1924 r. do 2018 r.

Limity dawek (narażeni zawodowo i ludność) w okresie ubiegłego wieku (przeliczone na obecnie obowiązujące jednostki mSv/rok)





CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne

historia limitów dawek *podsumowanie*

Nowa Dyrektywa DYREKTYWA RADY UE 2013/59/EURATOM ustanawiająca podstawowe normy bezpieczeństwa w celu ochrony przed zagrożeniami wynikającymi z narażenia na działanie promieniowania jonizującego

- będzie wymagała radykalnych zmian w ustawach oraz wykonawczych przepisach krajowych, ze względu na zastrzony wymóg optymalizacji dawek dla wszystkich warunków narażenia
- wprowadza nowe trudności interpretacyjne limitów dawek:
 - ogranicznik dawki (dose constraint),
 - poziomy pochodne (reference levels)
- kosztowne limity stężeń radonu



CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP



Stowarzyszenie
Ekologów na Rzecz
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne

z ostatniej chwili



premier.gov.pl



wyszukaj w serwisie



English

Wydarzenia

Ludzie

Exposé

Multimedia

Kontakt

Dla mediów

[Strona główna](#) » [Wydarzenia](#) » » Projekt ustawy o zmianie ustawy Prawo atomowe oraz ustawy o ochronie przeciwpożarowej

Projekt ustawy o zmianie ustawy Prawo atomowe oraz ustawy o ochronie przeciwpożarowej

Rada Ministrów przyjęła projekt ustawy o zmianie ustawy Prawo atomowe oraz ustawy o ochronie przeciwpożarowej, przedłożony przez ministra środowiska.



Lubię to! 0



15.01.2019

Tagi: [decyzje rządu](#) [rada ministrów](#) [prawo atomowe](#) [ochrona przeciwpożarowa](#) [ministerstwo środowiska](#)

Projekt dostosowuje polskie prawo do unijnych przepisów dotyczących bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej.

<https://www.premier.gov.pl/wydarzenia/decyzje-rzadu/projekt-ustawy-o-zmianie-ustawy-prawo-atomowe-oraz-ustawy-o-ochronie.html>



SEMINARIUM POŚWIĘCONE WYBRANYM ZAGADNIENIOM FIZYKI MEDYCZNEJ

CENTRALNE
LABORATORIUM
OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ

EWOLUCJA NORM OCHRONY RADIOLOGICZNEJ *HISTORIA I REKOMENDACJE ICRP 1925-2018*



Komitet
ENERGETYKI
JĄDROWEJ SEP

Paweł KRAJEWSKI
krajewski@clor.waw.pl

Dziękuję za uwagę



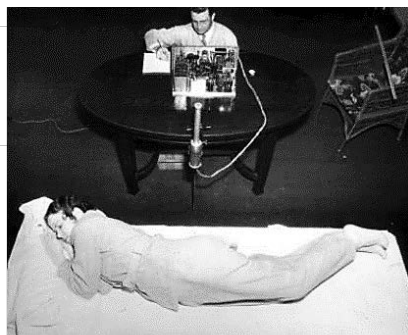
Stowarzyszenie
Ekologów na Rze
Energii Nuklearnej



Polskie
Towarzystwo
Nukleoniczne



Rzeczywisty ubiór
ochronny używany w
ochronie przed prom X



„meter-arc” metoda do
pomiaru zawartości radu
Ra-226 w ciele pracownika tzw.
radium-dial painting industry

