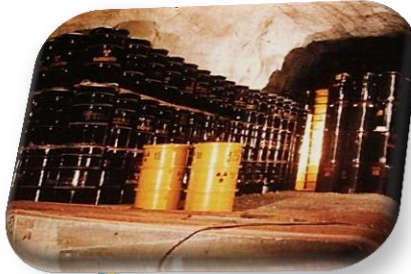




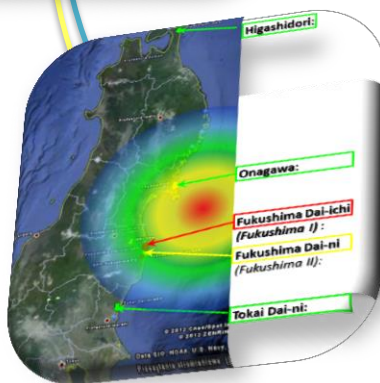
CENTRAL LABORATORY  
FOR  
RADIOLOGICAL  
PROTECTION



# EWOLUCJA NORM I PRZEPISÓW OCHRONY RADIOLOGICZNEJ PO 2013 roku

Paweł Krajewski

Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej





CENTRAL LABORATORY  
FOR  
RADIOLOGICAL  
PROTECTION

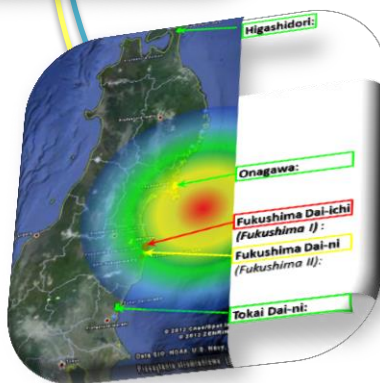


# EWOLUCJA NORM I PRZEPISÓW OCHRONY RADIOLOGICZNEJ PO 2013 roku



Paweł Krajewski

Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej





- Poziomy narażenia
- Ewolucja zaleceń ICRP 1977, 1990, 2007
- Optymalizacja w ochronie radiologicznej – limit użytkowy (ogranicznik<sup>1</sup>) dawki
- Zaostrzenie przepisów Ochrony Radiologicznej ?

1) ENCYKLOPEDYCZNY SŁOWNIK ANGIELSKICH TERMINÓW I DEFINICJI Z DZIEDZINY OCHRONY RADIOLOGICZNEJ, WYBRANYCH TERMINÓW I DEFINICJI Z DZIEDZIN POKREWNYCH ORAZ ICH ODPOWIEDNIKI PRZYJĘTE W POLSCE; Tadeusz Musiałowicz; RAPORT CLOR nr 186; Wydanie 5-te uzupełnione, WARSZAWA 2012

- Zgodnie z definicją PAA(Ust. Praw. Atom. 2012) ochrona radiologiczna to „Zapobieganie narażeniu ludzi i skażeniu środowiska, a w przypadku braku możliwości zapobieżenia takim sytuacjom – ograniczenie ich skutków do poziomu tak niskiego, jak to jest rozsądnie osiągalne, przy uwzględnieniu czynników ekonomicznych, społecznych i zdrowotnych”.
- Działania podjęte w celu zapewnienia bezpieczeństwa radiacyjnego poprzez ograniczanie szkodliwych skutków działania promieniowania jonizującego na człowieka i środowisko, takie jak ograniczenie: skażenia substancjami promieniotwórczymi, napromieniowania zewnętrznego i wniknięcia nuklidów promieniotwórczych do organizmu i zapobieganie wszelkim szkodom dla organizmu wynikających z napromienienia lub skażeń. W zakres ochrony radiologicznej wchodzi również: polityka zapewnienia jakości stosowanych materiałów i urządzeń, odpowiedni system regulacji prawnych, szkolenie personelu, bezpieczna praca ze źródłami promieniotwórczymi, nadzór i kontrola, zapobieganie wypadkom oraz łagodzenie ich skutków i wszelkie inne działania o ile są istotne dla bezpieczeństwa radiacyjnego.

<sup>1)</sup> ENCYKLOPEDYCZNY SŁOWNIK ANGIELSKICH TERMINÓW I DEFINICJI Z DZIEDZINY OCHRONY RADIOLOGICZNEJ, WYBRANYCH TERMINÓW I DEFINICJI Z DZIEDZIN POKREWNYCH ORAZ ICH ODPOWIEDNIKI PRZYJĘTE W POLSCE; Tadeusz Musiałowicz; RAPORT CLOR nr 186; Wydanie 5-te uzupełnione, WARSZAWA 2012

Ochrona radiologiczna jest oparta na dwóch systemach:

- licencjonowaniu i nadzorze działalności związanej z narażeniem na promieniowanie jonizujące;
- ograniczaniu narażenia od tego promieniowania.





# NALEŻY PAMIĘTAĆ: ZAKRES DAWEK EFEKTYWNYCH

## DZIAŁALNOŚĆ CZŁOWIEKA

LIMIT DAWKI DLA NARAŻONYCH  
ZAWODOWO W WARYNKACH  
AWARYJNYCH  
250 000 mikroSv/rok

LIMIT DAWKI DLA  
NARAŻONYCH  
ZAWODOWO  
20 000 mikroSv/rok

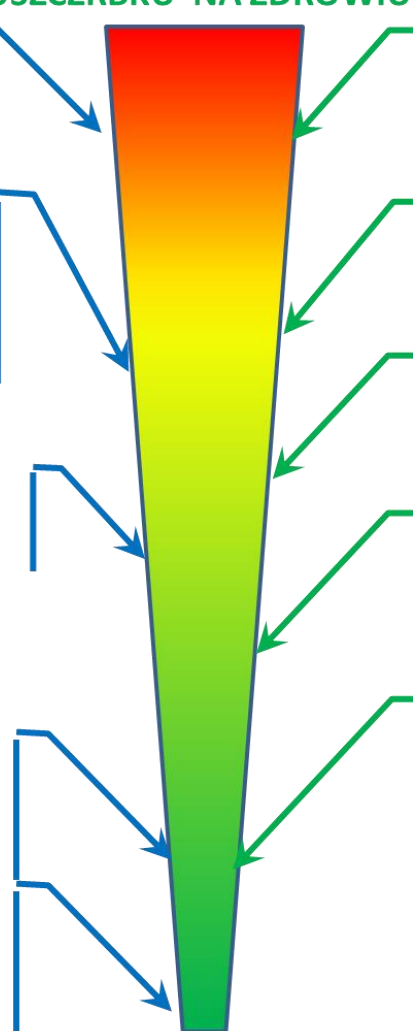
TOMOGRAFIA  
6 500 mikroSv/raz



LIMIT DAWKI DLA  
LUDNOŚCI  
1 000 mikroSv/rok

ELEKTROWNIA  
JĄDROWA  
50 mikroSv/rok

## BRAK EFEKTU W USZCZRBKU NA ZDROWIU



Źródła naturalne  
Ramsar w Iranie  
250 000 mikroSv/rok

Źródła naturalne  
stan Kerala w Indiach  
28 000 mikroSv/rok

Źródła naturalne  
Guapari w Brazylii  
10 000 mikroSv/rok

Źródła naturalne  
NORWEGIA  
5 000 mikroSv/rok

Źródła naturalne  
POLSKA  
3 350 mikroSv/rok

Jednostka  
1 mikroSv/rok

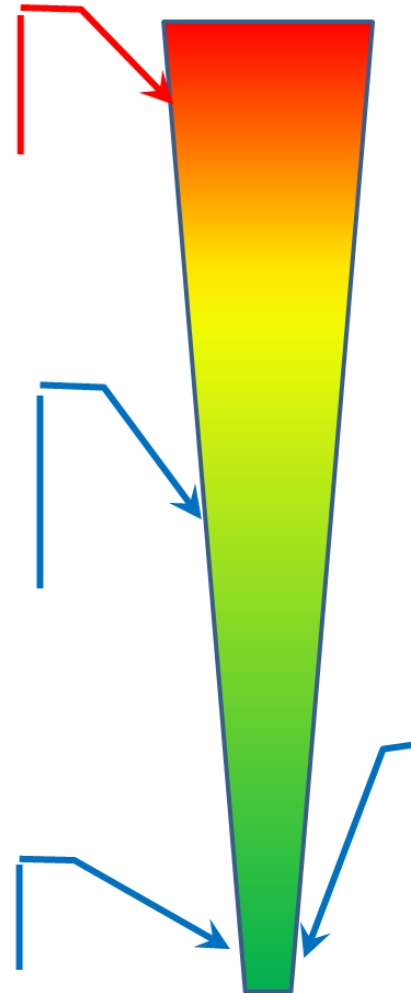




**POWAŻNE ZAGROŻENIE ŻYCIA  
OD 2 000 000 mikroSv/RAZ**

**WYSTĄPIENIE OBJAWÓW  
POPROMIENIENIOWYCH  
OD 100 000 mikroSv/RAZ /godzinę**

**PROMIENIOWANIE TŁA  
OD 0.05 DO 0.100 mikroSv/godzinę**



**Jednostka  
1 mikroSv/godzinę**

**1 rok = 8760 godzin**

**LIMIT DAWKI DLA  
LUDNOŚCI  
1 000 mikroSv/rok  
0.100 mikroSv/godzinę  
PONAD TŁO**



150 g

1 kilo bananów  $\approx$  130 Bq (rozpadów/sekundę) potasu  $^{40}\text{K}$

$\approx$  narażenie 0.7 mikroSv

## BANANOWA

### DAWKA

$\approx$  20 Bq (rozpadów/sekundę) potasu  $^{40}\text{K}$

$\approx$  narażenie 0.1 mikroSv



Całkowita dawka efektywna w  
Polsce od źródeł naturalnych  
**3350 mikroSv**

Elektrownia jądrowa  
normalna praca

$\approx$  wolno uwolnić 100 mikroSv  
(1/30 dawki od źródeł naturalnych)





## Porównanie stężeń uwalnianych przez EJ i ENERGETYKĘ WĘGLOWĄ

Jeżeli typowa elektrownia (1000 MWe) spala rocznie 4 mln ton węgla o zawartości (typowej) 1,3 ppm uranu i 3,2 ppm toru,  
**to roczne uwolnienia z tej elektrowni wynoszą**  
**5,2 ton uranu i**  
**12,8 ton toru wraz z produktami ich rozpadu!**

Zjawisko to jest szczególnie widoczne w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, gdzie najwyższe notowane stężenia  $^{226}\text{Ra}$  w wodach niektórych kopalni dochodziły do:

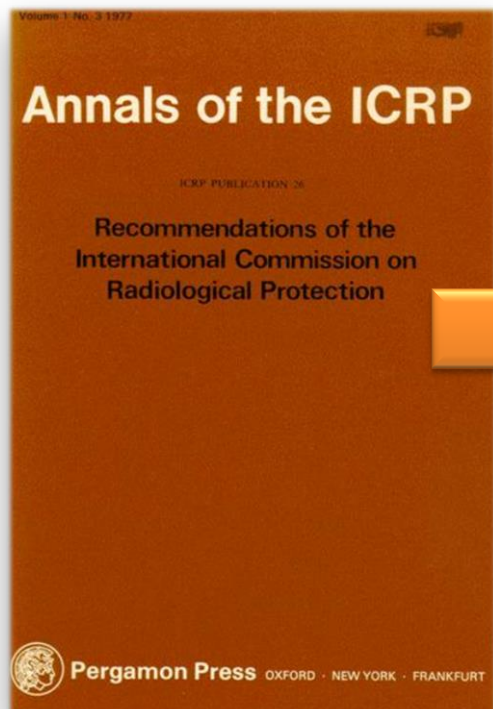
**390 000 Bq/m<sup>3</sup> (x 200 000)**

**Stężenie Ra-226 w wodzie ze studni 1.7 Bq/m<sup>3</sup>**

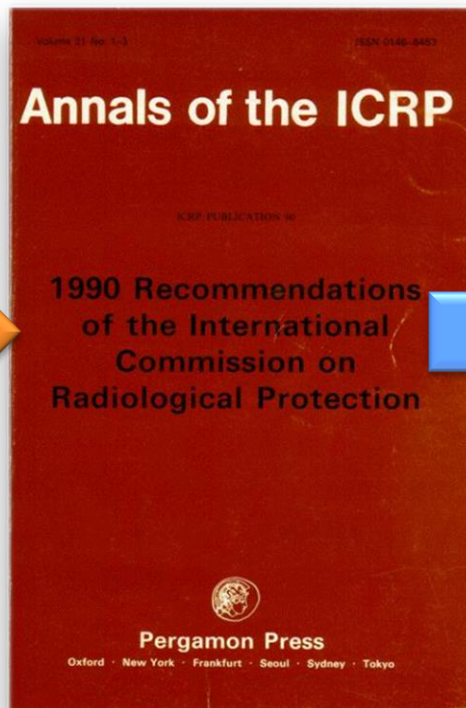
## Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (od 1928 r.)

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

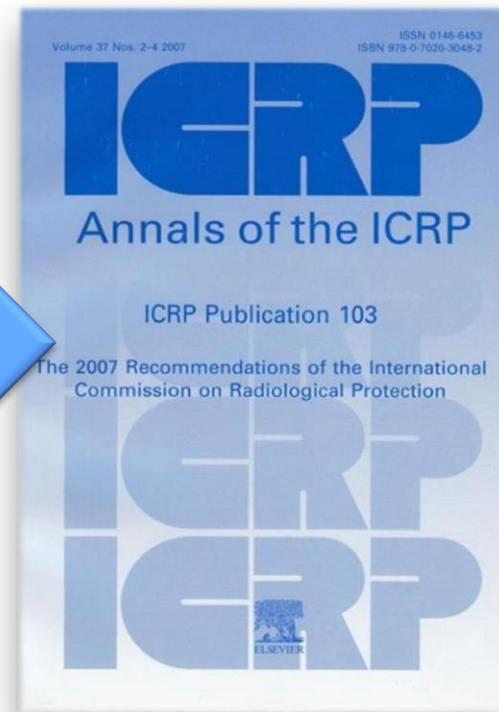
**Zalecenia z 1977 Pub. 26**



**Zalecenia z 1990 Pub. 60**



**Zalecenia z 2007 Pub. 103**



## Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (od 1928 r.)

- zalecenia ICRP po za zmianą wartości liczbowych służących do oceny narażenia na promieniowanie jonizujące: współczynników ryzyka i „limitów dawek”,
- również zmieniały zasadniczo „filozofię” ochrony radiologicznej
- podstawą zmian zaleceń ICRP po za „przesłankami naukowymi” ?, często były inne czynniki: ekonomiczne, społeczne, etyczne - zasady przeczności (precautionary approaches)



## zalecenia ICRP z 1977:

- 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

współczynnik ryzyka zgonu na raka w skutek promieniowania  
(średni dla obu płci i grup wiekowych)

**0.01 Sv<sup>-1</sup>**

współczynnik ryzyka zmian cech dziedzicznych spowodowanych  
działaniem promieniowania jonizującego

**0.004 Sv<sup>-1</sup>**

## zalecenia ICRP z 1990:

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

*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**  
współczynnik ryzyka zgonu na raka w skutek promieniowania

**dla ludności**

**0.01 Sv<sup>-1</sup> ↑ 0.05 Sv<sup>-1</sup>**

**dla narażonych zawodowo**

**0.04 Sv<sup>-1</sup>**

współczynnik ryzyka zmian cech dziedzicznych

**dla ludności**

**0.004 Sv<sup>-1</sup> ↑ 0.01 Sv<sup>-1</sup>**

**dla narażonych zawodowo**

**0.006 Sv<sup>-1</sup>**



Indywidualne Dawki Graniczne ( <i>Individual Dose Limits</i> )		
Rodzaj ekspozycji	Zalecenia 1977 (ICRP Pub. 26)	Zalecenia 1990 (ICRP pub. 60)
<b>Narażenie zawodowe</b> (oraz akcje usuwania skutków awarii)	50 mSv/rok <sup>(3)</sup>	20 mSv/rok <sup>(1)</sup> (uśrednione w okresie 5 lat: <50 mSv/rok)
pojedynczy organ: (za wyjątkiem)	500 mSv/rok <sup>(4)</sup>	<b>wycofane</b>
soczewki oka	300 mSv/rok	150 mSv/rok <sup>(2)</sup>
skóry	20 Sv (w okresie życia)	500 mSv/rok <sup>(2)</sup>
rąk oraz stóp	-	500 mSv/rok <sup>(2)</sup>
Kobiety w ciąży		2 mSv na powierzchni podbrzusza, 1 mSv od wnikięć radionuklidów
<b>Narażenie ludności</b> <b>1985 Paris Statement</b>	5 mSv/rok <sup>(3)</sup> 1 mSv/rok <sup>(3)</sup> - 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 <sup>(4)</sup>	<b>wycofane</b>
soczewki oka		15 mSv/rok
skóry	wT = 0.01	50 mSv/rok

<sup>3</sup> efektywny równoważnik dawki

<sup>4</sup> równoważnik dawki

<sup>1</sup> dawka efektywna (skuteczna)

<sup>2</sup> dawka równoważna

## skutki deterministyczne w zaleceniach ICRP z 1990



- wycofano 500 mSv/rok na pojedynczy organ ponieważ ograniczała go dawka graniczna efektów stochastycznych.
- dlaczego dawki graniczne dla skutków deterministycznych dla ludności 10 razy mniejsze ? – powinien być jeden próg !
- Argumentacja ICRP
  - dawki graniczne dla ludności uwzględniają dzieci – większa promienio – wrażliwość  $\sim \times (2 \div 5)$
  - dłuższy czas ekspozycji ludności niż narażonych zawodowo  $\sim \times 2$

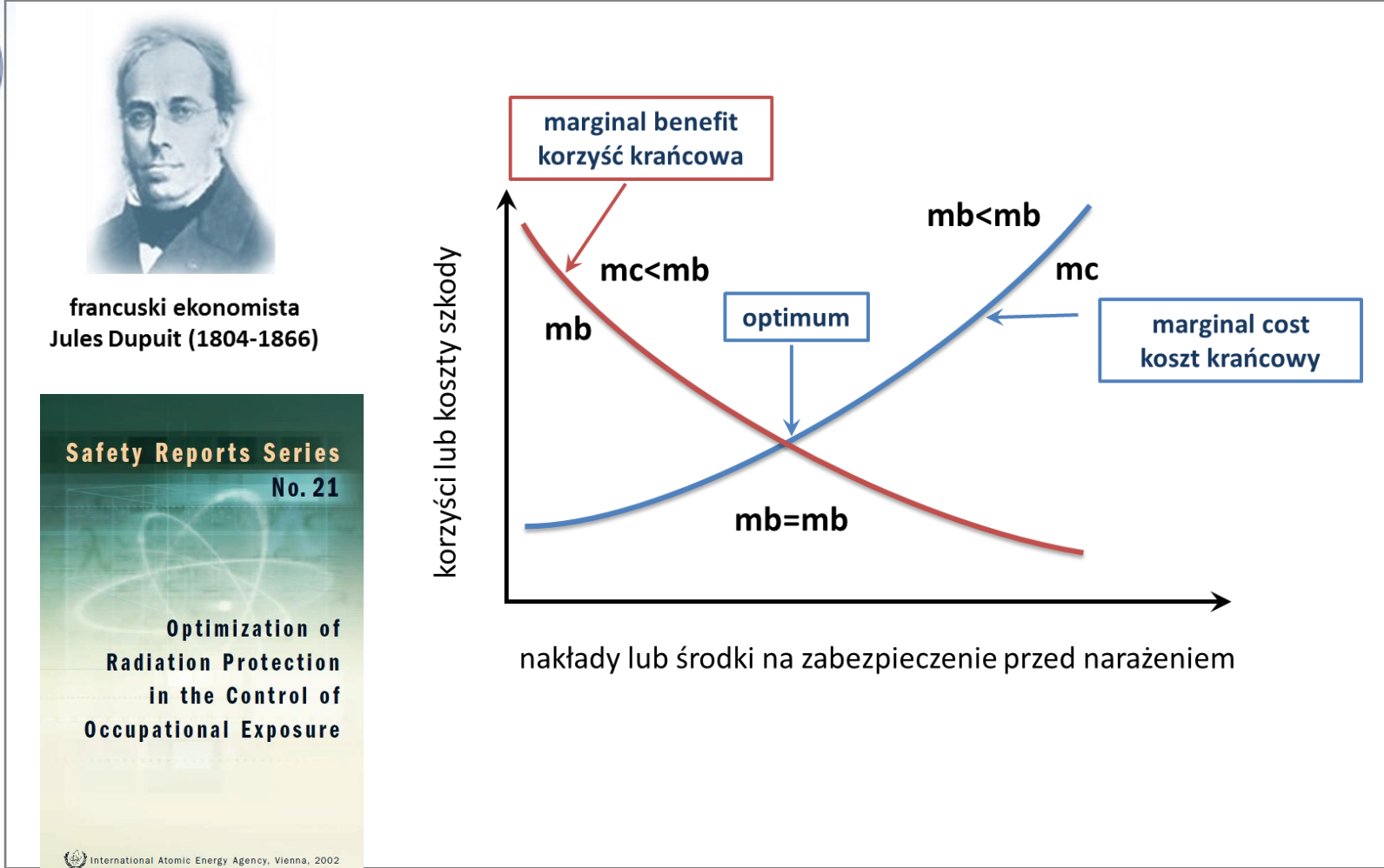
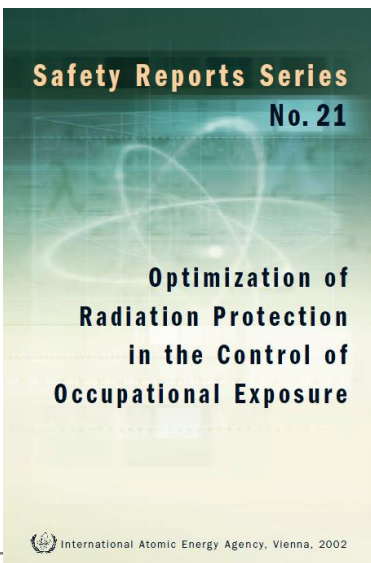
## Zasady (filozofia) ochrony radiologicznej

- 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 lub społeczeństwa).
- **Podjęto próby stworzenia systemu optymalizacji w ochronie radiologicznej.**
- Zalecenia z 1977 dotyczyły rutynowych prac ze źródłami promieniotwórczymi, a do czasu wprowadzenia nowych zaleceń w 1990 r podejmowano próby rozszerzenia systemu ochrony radiologicznej na inne rodzaje warunków narażenia:
  - radon (bez określenia dawek granicznych)
  - warunki dla usuwania odpadów promieniotwórczych (*waste disposal*) - przypadkowy charakter narażenia
  - ochrona ludności w **wyjątkowych warunkach narażenia** (*emergencies*) – gdzie dawki graniczne nie mają zastosowania





francuski ekonomista  
Jules Dupuit (1804-1866)



# Ewolucja zaleceń ICRP 1977, 1990, 2007

## zalecenia ICRP z 1990: System Ochrony Radiologicznej



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

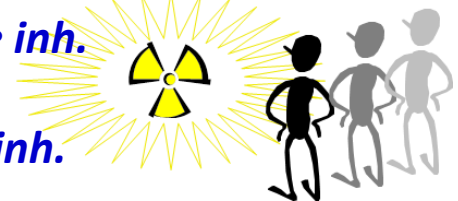
#### ■ działalność (*practices*)

dodanie (zwiększenie) potencjalnego narażenia przez wprowadzenie nowych źródeł, dróg narażenia i/lub zwiększenie liczby narażonych osób



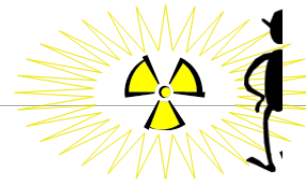
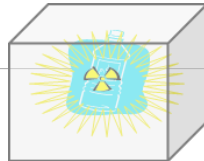
*wewnętrzne inh.*

*zewnętrzne inh.*



#### ■ działania interwencyjne (*interventions*)

zmniejszenie potencjalnego narażenia przez usunięcie źródeł, dróg narażenia i/lub zmniejszenie liczby narażonych osób



# Ewolucja zaleceń ICRP 1977, 1990, 2007

## zalecenia ICRP z 1990: Podstawowe zasady systemu ograniczania dawek dla działalności (*practices*)

- **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

## zalecenia ICRP z 1990: Filozofia ochrony radiologicznej: zasady systemu ograniczania dawek

### **Szkoda radiacyjna (detriment)**

Całkowity uszczerbek zdrowia grupy osób i ich potomstwa będący wynikiem narażenia na promieniowanie tej grupy osób.

Szkoda radiacyjna jest koncepcją wielowymiarową.

Jej podstawowymi składowymi są **wielkości stochastyczne**:  
prawdopodobieństwo wystąpienia śmiertelnych nowotworów  
mogących być wynikiem napromieniowania, ważne  
prawdopodobieństwo wystąpienia nowotworów nie powodujących  
śmierci, ważne prawdopodobieństwo poważnych efektów  
dziedzicznych i skrócenie życia w wyniku powstałego uszczerbku.

## zalecenia ICRP z 1990: zasady systemu ograniczania dawek przy działaniach interwencyjnych (*interventions*)

- Przyjęto założenie że działania zapobiegawcze z punktu widzenia stosowania źródeł promieniotwórczych są niekorzystne.
- **UZASADNIENIE (justification) : zamierzone działania interwencyjne powinny czynić więcej dobra niż szkody. tzn.** że koszty i szkody spowodowane działaniami interwencyjnymi powinny być uzasadnione korzyściami wynikającymi z redukcji dawek i zmniejszenia szkód radiacyjnych.
- **OPTYMALIZACJA (optimisation) :** forma, skala i czas trwania działań interwencyjnych powinny być optymalizowane w celu osiągnięcia maksimum korzyści wynikających ze zmniejszenia szkód radiacyjnych

Prowadziło to do wprowadzenia **poziomów interwencyjnych**

Wartość możliwej do uniknięcia dawki równoważnej lub efektywnej albo wartość pochodna, wymagająca rozważenia podjęcia postępowania interwencyjnego. Dawka do uniknięcia lub wartość pochodna są tu ściśle związane z drogą narażenia, w stosunku do, której podjęte zostaną działania interwencyjne.

zalecenia ICRP z 1990: Filozofia ochrony radiologicznej:  
zasady systemu ograniczania dawek przy działaniach interwencyjnych  
(*interventions*) *działania interwencyjne*

Z poziomu interwencyjnego wynika potrzeba zdefiniowania  
Operacyjnego poziomu interwencyjnego (OIL).

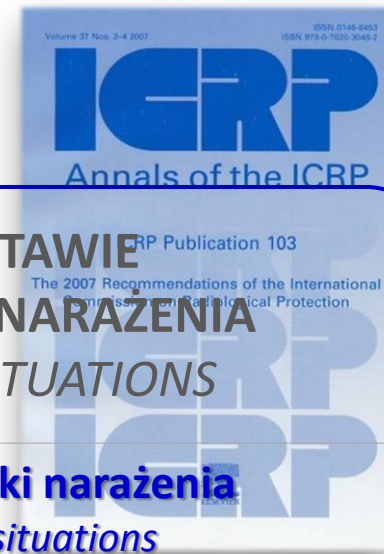
- **Operacyjny poziom interwencyjny (OIL).** Poziom obliczony, zmierzony przyrządem lub wyznaczony w analizie laboratoryjnej, odpowiadający poziomowi interwencji lub poziomowi działania.
- Zwykle operacyjny poziom interwencji wyrażane są w wielkościach mocy dawki, aktywności uwolnionego materiału promieniotwórczego, zintegrowanych w czasie stężeniach w powietrzu, skażeniach gruntu (gleby) lub jego powierzchni lub w stężeniach promieniotwórczych w środowisku i w próbkach żywności lub wody. Operacyjny poziom interwencji jest rodzajem poziomu działania stosowanym niezwłocznie i bezpośrednio ( bez dalszych ocen) aby na podstawie pomiarów środowiskowych określić właściwą akcję zapobiegawczą.

# Ewolucja zaleceń ICRP 1977, 1990, 2007

Wg. Komisji, ICRP Publikacja 60 (ICRP, 1991) zawierała w pewnym stopniu niespójne (niejednoznaczne) rekomendacje wprowadzając różne poziomy odniesienia (reference levels) :

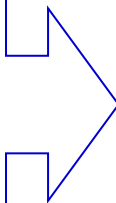
- Poziomy odniesienia „reference levels” poziom dawki lub ryzyka, powyżej którego uważa się, że nie należy dopuścić do wystąpienia narażenia i powyżej którego należy przeprowadzić akcje zapobiegawcze. (§257)
- W warunkach wyjątkowego narażenia (emergency) poziom odniesienia określono jako **poziom interwencyjny** (intervention levels) (§221)
- W warunkach istniejącego narażenia np. narażenia na radon Rn-222 poziomy odniesienia określano jako **poziomy działania** (action levels) (§217)
- Dla narażenia poniżej poziomów odniesienia nie przewidywano żadnej akcji zapobiegawczej

## Nowe zalecenia ICRP z 2007 Pub.103: System Ochrony Radiologicznej



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

- **practices**  
*działalność*
- **interventions**  
*działania interwencyjne*



**NA PODSTAWIE**  
**WARUNKÓW NARAŻENIA**  
*EXPOSURE SITUATIONS*

- **planowane warunki narażenia**  
*planned exposure situations*
- **wyjatkowe warunki narażenia**  
*emergency exposure situations*
- **existing exposure situations**  
*istniejące warunki narażenia*



Nowe zalecenia ICRP z 2007 Pub.103: Trzy rodzaje warunków narażenia obejmujące cały zakres możliwych scenariuszy narażenia:

- **Planowane warunki narażenia (PLN) *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*)** - > **OGRANICZNIK DAWKI (*DOSE CONSTRAINTS*)**
- **Wyjątkowe warunki narażenia (EMR) *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. -> **POZIOM ODNIESIENIA (*REFERENCE LEVEL*)**
- **Istniejące warunki narażenia (zastane) (EXT) *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) -> **POZIOM ODNIESIENIA (*REFERENCE LEVEL*)**

Przykład: narażenie od inhalacji radonu Rn-222 w mieszkaniach i na stanowiskach pracy – poziom odniesienia 10 mSv (500 Bq m<sup>-3</sup> Rn-222)

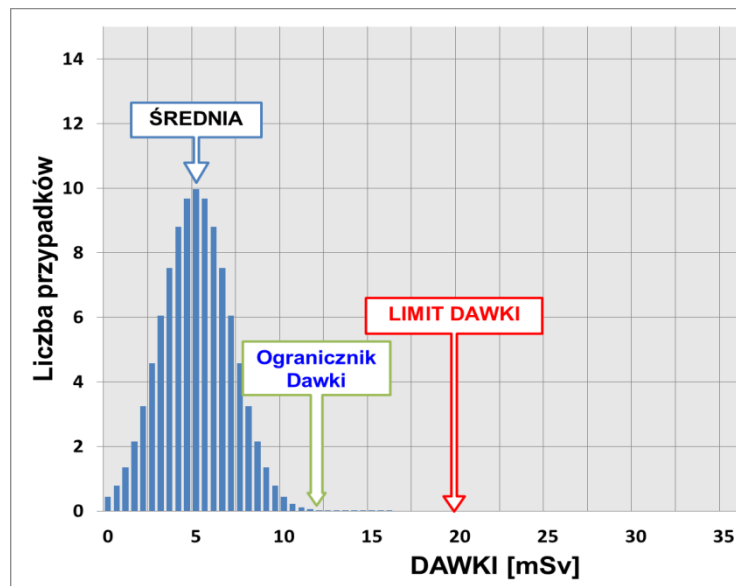
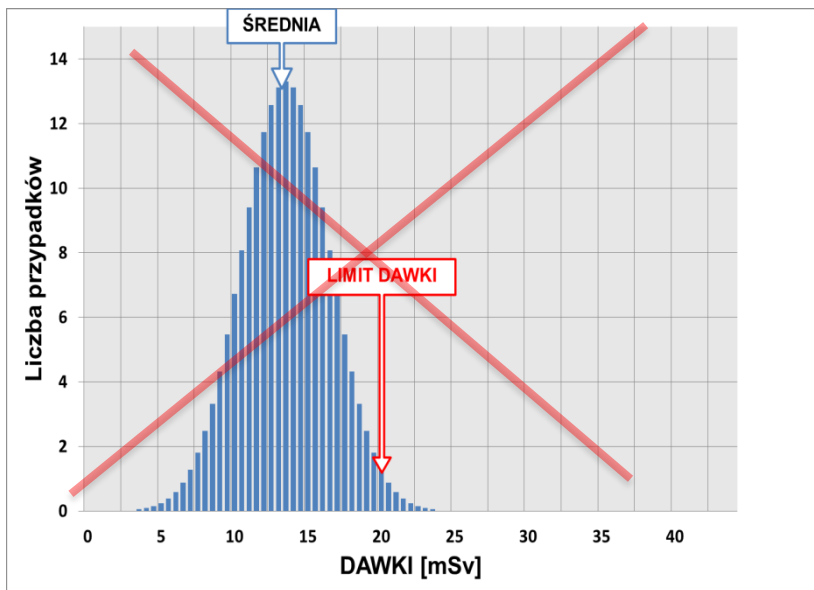
## Nowe zalecenia ICRP z 2007 Pub.103: Uwydatnienie roli procesu optymalizacji

**ZASADA OPTYMALIZACJI** : odnosi się do określonego źródła promieniowania, postępowanie w celu: ograniczenia wartości dawek indywidualnych, zmniejszenia liczby narażonych ludzi jak również 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.

*The **PRINCIPLE OF OPTIMISATION of radiological protection** is defined by the Commission: as **the source related process** to keep the magnitude of individual doses, the number of people exposed, and the likelihood of potential exposure as low as reasonably achievable below the appropriate **dose constraints**, with economic and social factors being taken into account.*

# OGRANICZNIK DAWKI W POPRZEDNICH ZALECENIACH MIĘDZYNARODOWYCH

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





## International Basic Safety Standards IAEA Safety Series No 115. 1996

Perspektywiczne ograniczenie dawki indywidualnej pochodzącej od określonego źródła. Ograniczenie to wyznacza granicę dla optymalizacji ochrony i bezpieczeństwa źródła

- **narażenie zawodowe:** ogranicznik dawki jest wartością dawki indywidualnej od danego źródła, przyjmowany do ograniczenia zakresu rozpatrywanych opcji w procesie optymalizacji.
- **narażenie ludności :** ogranicznik dawki jest ograniczeniem dawek rocznych poszczególnych osób od planowanych prac z jakimkolwiek znajdującym się pod kontrolą źródłem. Narażeniem, do którego odnosi się dany ogranicznik jest roczna dawka grupy krytycznej sumowana dla wszystkich dróg narażenia, wynikająca z przewidywanego wykorzystania stosowanego źródła.



## ■ International Basic Safety Standards IAEA Safety Series No 115. 1996

*Przestrzeganie ogranicznika dawki narażenia od każdego źródła zapewnienia, że suma dawek w grupie krytycznej pochodzących od wszystkich kontrolowanych źródeł nie przekroczy dawki granicznej. Przy **narażeniu medycznym** ograniczniki dawki powinny być traktowane jako **poziomy wskaźnikowe**, za wyjątkiem optymalizacji ochrony osób narażonych przy medycznych pracach badawczych lub osób nie będących pracownikami, a zaangażowanych do opieki nad pacjentami, (np. podtrzymywanie) i troszczących się o ich wygodę*

- Publikacja 60 (ICRP, 1991) określała ogranicznik dawki jako wielkość:
  - która ma zastosowanie tylko w przypadku źródła znajdującego się pod kontrolą , tzw. działalności kontrolowanej
  - wartość ogranicznika dawki jest mniejsza niż dawka graniczna ustalana jest przez kompetentne władze państwowe
  - Ogranicznik dawki przy narażeniu zawodowym 20 mSv na rok
  - Mniej niż 1 mSv na rok dla narażenia ludności

Ogranicznik Dawki [Limit użytkowy dawki] ( <i>Dose Constraint</i> )		
Rodzaj ekspozycji	Zalecenia 1977 (ICRP Pub. 26)	Zalecenia 1990 (ICRP pub. 60)
Narażenie zawodowe	brak	$\leq 20$ mSv/rok <sup>1)</sup>
Narażenie ludności	brak	$<1$ mSv/rok

<sup>1)</sup> dawka efektywna (skuteczna)

## Ustawa z dnia 29.11.2000 Prawo Atomowe z późniejszymi zmianami (Dz.U. z dn. 13 marca 2012 r. Poz. 264):

- **Art. 3, poz. 23) OGRANICZNIK DAWKI (limit użytkowy dawki) :**  
Ograniczenie przewidywanych dawek indywidualnych, które mogą pochodzić od określonego źródła promieniowania jonizującego, uwzględniane podczas planowania ochrony radiologicznej w celach związanych z optymalizacją.

*Definicja oparta na zaleceniach ICRP z 1991 r i International Basic Safety Standards IAEA Safety Series No 115. 1996*

Ustawa z dnia 29.11.2000 Prawo Atomowe z późniejszymi zmianami (Dz.U. z dn. 13 marca 2012 r. Poz. 264):

## Art. 9

- 1) Kierownik jednostki organizacyjnej zapewnia wykonywanie działalności zgodnie z zasadą optymalizacji, wymagającą, aby** – przy rozsądnym uwzględnieniu czynników ekonomicznych i społecznych – liczba narażonych pracowników i osób z ogółu ludności była jak najmniejsza, a otrzymywane przez nich dawki promieniowania jonizującego były możliwie małe, z zastrzeżeniem art. 33c. (badanie i leczenie przy użyciu prom. jonizującego)
- 2) Kierownik jednostki organizacyjnej** przeprowadza ocenę narażenia pracowników, **a jeżeli z analizy optymalizacyjnej wynika taka konieczność,** ustala dla nich dalsze ograniczenia narażenia, tak, żeby otrzymane przez nich dawki promieniowania jonizującego były nie wyższe niż ustalone dla nich ograniczniki dawek (limity użytkowe dawek).
- 3) Jeżeli ograniczniki dawek (limity użytkowe dawek) zostaną ustalone w zezwoleniu,** to możliwość ich przekroczenia podlega zgłoszeniu przez kierownika jednostki organizacyjnej organowi, który wydał zezwolenie.



## Polska Norma. Nazwy i określenia. Narażenie na promieniowanie jonizujące. J-01003/05. 1992

- **LIMIT UŻYTKOWY:** Wartość określonej wielkości, ustalona przez kompetentne władze państwowe dla danej działalności lub źródła, nie przekraczająca limitów pierwotnego lub wtórnego.

*UWAGA: Podana w PN definicja jest bardziej ogólna, nie jest ograniczona do narażenia branego pod uwagę tylko w procesie optymalizacji.*

- **The revisions of the International Basic Safety Standards (IAEA)**

*12 września 2011, the IAEA Board of Governors zatwierdziła: the Safety Requirements: "Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards".*

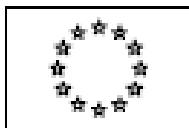
- **the Euratom Basic Safety Standard Directive**

*Planowane zatwierdzenie przez Parlament UE w 2013 roku*

**W/w dokumenty posiadają zapisy wprowadzające stosowanie ogranicznika dawki (dose constraints) w procesie optymalizacji ochrony radiologicznej i zalecają wartości ograniczników dawek w zakresie wskazywanym przez ICRP**

# Wdrożenie nowych zaleceń ICRP 2007 – Euratom Basic Safety Standard Directive 2013

35



EUROPEAN COMMISSION

Brussels, 30.5.2012  
COM(2012) 242 final

2011/0254 (NLE)

Proposal for a

**COUNCIL DIRECTIVE**

**laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from  
exposure to ionising radiation**

(SWD(2012) 137 final)

(SWD(2012) 138 final)

## Charakterystyczne cechy określające wybór najlepszej opcji optymalizacji wg nowych rekomendacji:

- **Charakterystyka narażonej populacji** : płeć, wiek, stan zdrowia, grupy , grupy wrażliwe na promieniowanie, zwyczaje.
- **Charakterystyka narażenia**: rozkład dawek w czasie i przestrzeni, liczba narażonych osób, statystyka dawek indywidualnych( średnia, rozrzut, wartość maksymalna i minimalna ), dawki kolektywne w grupie, prawdopodobieństwo wystąpienia określonej dawki, wcześniej istniejące warunki radiologiczne
- **Wskaźniki socjalne**: sprawiedliwość (equity ?), możliwości weryfikacji, uczciwość (fairness), trwałość, akceptacja międzypokoleniowa, korzyści indywidualne, korzyści socjalne, poziom informacji
- **Czynniki środowiskowe**: wpływ na faunę i florę
- **Techniczne i ekonomiczne czynniki określonej opcji ochrony radiologicznej**: wykonalność, koszty, niepewność.

## Rola instytucji odpowiedzialnych za wdrożenie nowych zaleceń (optymalizację)

### ■ Rola nadzoru

- Operator i odpowiedni, kompetentny urząd dozoru są odpowiedzialni za optymalizację,
- Wdrożenie optymalizacji będzie zależać od współdziałania pomiędzy operatorem (licencjodawcą) a urzędem dozoru,
- Operator projektuje, proponuje i wdraża proces optymalizacji a następnie w oparciu o swoje doświadczenie doskonali ten proces.
- Kompetentny nadzór wymaga i promuje optymalizację oraz sprawdza czy została skutecznie wdrożona.

### ■ Zastosowanie w nadzorze:

- Ogranicznik dawki może być stosowany jako kryterium nadzoru dla retrospektywnej oceny poziomu ochrony zawodowo narażonych. Wyznaczać będzie nowe standardy w dziedzinie bezpieczeństwa, higieny pracy.

### ■ Zaangażowanie zainteresowanych podmiotów w procesie optymalizacji

- Zainteresowane podmioty (stakeholders) mogą być pomocne przy identyfikacji czynników mających wpływ na warunki narażenia i opcje ochrony.

### ■ Działania wyprzedzające:

- Świadomość potrzeby pełnego wyjaśnienia i przewodnika przez kompetentne urzędy dozoru.



Planowane warunki narażenia		
Indywidualne dawki graniczne <sup>1)</sup>		
Rodzaj ekspozycji	Zalecenia 1990 (ICRP Pub. 60)	Zalecenia 2007 (ICRP pub. 101)
Narażenie zawodowe (60, 68) (oraz akcje usuwania skutków awarii)	<b>20 mSv/rok</b> (uśrednione w okresie 5 lat: <50 mSv/rok)	bez zmian
soczewka oka	150 mSv/rok <sup>2)</sup>	bez zmian
skóry	500 mSv/rok <sup>2)</sup>	bez zmian
Ręce i stopy	500 mSv/rok <sup>2)</sup>	
Kobiety w ciąży (60, 75,76)	<b>2 mSv na powierzchni podbrzusza,</b> 1 mSv od wniknięć radionuklidów <b>1 mSv na płuca</b>	<b>wycofane</b> bez zmian bez zmian
Narażenie ludności	1 mSv/rok(> wartości o ile średnia w ciągu 5 lat < 1mSv/rok)	
soczewki oka	15 mSv/rok <sup>2)</sup>	bez zmian
skóry	50 mSv/rok <sup>2)</sup>	bez zmian

<sup>1)</sup> dawka efektywna (skuteczna)  
o ile nie wyszczególniono

<sup>2)</sup> dawka równoważna

Planowane warunki narażenia		
Ograniczniki dawek		
Rodzaj ekspozycji	Zalecenia 1990 (ICRP Pub. 60)	Zalecenia 2007 (ICRP pub. 101)
Narażenie zawodowe (60)	$\leq 20$ mSv/rok	bez zmian
Narażenie ludności (77, 81, 82)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>całkowite</li> </ul>	$< 1$ mSv/rok	$< 1$ mSv/rok w zależności od warunków narażenia
<ul style="list-style-type: none"> <li>usuwanie (disposal) odpadów promieniotwórczych</li> </ul>	$\leq 0.3$ mSv/rok	bez zmian
<ul style="list-style-type: none"> <li>usuwanie długożyciowych odpadów promieniotwórczych</li> </ul>	$\leq 0.3$ mSv/rok	bez zmian
<ul style="list-style-type: none"> <li>długotrwałe narażenie</li> </ul>	$< \sim 1$ & $\sim 0.3$ mSv/rok	bez zmian
<ul style="list-style-type: none"> <li>długotrwała składowa długożyciowych radionuklidów</li> </ul>	$< 0.1$ mSv/rok	bez zmian

Wyjątkowe warunki narażenia		
Indywidualne dawki graniczne		
Rodzaj ekspozycji	Zalecenia 1990 (ICRP Pub. 60)	Zalecenia 2007 (ICRP pub. 101)
	Poziomy interwencyjny	Poziomy odniesienia
<b>Narażenie zawodowe (60, 96)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>ratowanie życia (informowanie ochotników)</li> </ul>	Bez ograniczenia dawek	bez ograniczenia dawek jeżeli korzyść dla innych przeważa ryzyko ponoszone przez ratowników
<ul style="list-style-type: none"> <li>inne pilne operacje ratownicze</li> </ul>	~500 mSv; 5 Sv (skórę)	1000 (poważne Det. Eff.) lub 500 mSv (inne Det. Eff.)
<ul style="list-style-type: none"> <li>inne operacje ratownicze</li> </ul>		< 100 mSv
<b>Narażenie ludności (63, 96) działania interwencyjne</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>żywność</li> </ul>	10 mSv/rok	
<ul style="list-style-type: none"> <li>dystrybucja stabilnego jodu</li> </ul>	50 mSv-500 mSv (tarczyca)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>ukrywanie (sheltering)</li> </ul>	5-50 mSv w ciągu 2 dni	
<ul style="list-style-type: none"> <li>czasowe przesiedlenie</li> </ul>	50-500 mSv w ciągu tygodnia	
<ul style="list-style-type: none"> <li>stałe przesiedlenie</li> </ul>	100 mSv pierwszy rok, 1Sv całe życie	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wszystkie działania interwencyjne w ramach strategii ochrony</li> </ul>		Przy planowaniu działań interwencyjnych między 20-100 mSv/rok w zależności od sytuacji

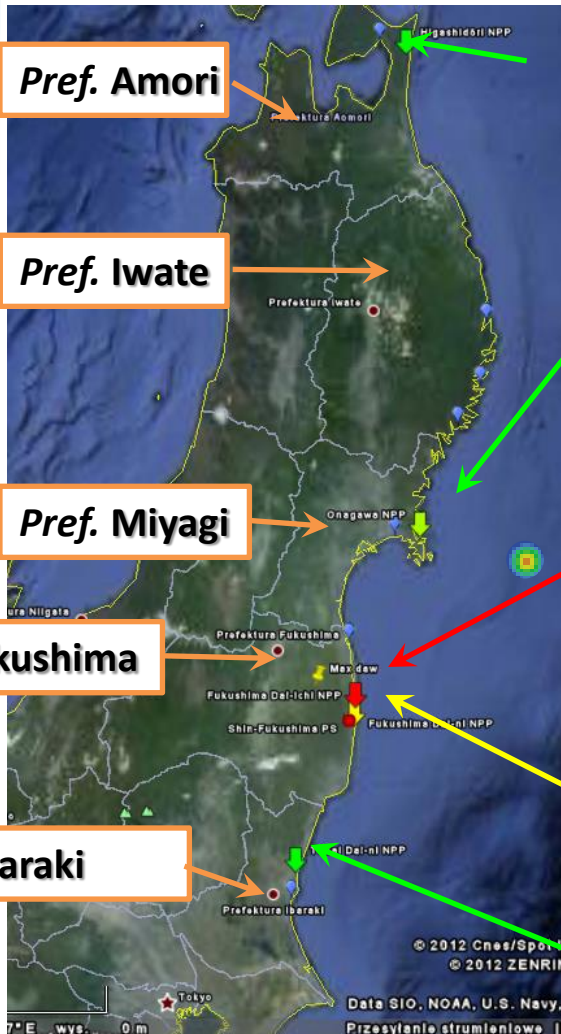




Istniejące warunki narażenia		
Warunki narażenia	Zalecenia 1990 (ICRP Pub. 60)	Zalecenia 2007 (ICRP pub. 101)
	Poziomy interwencyjne	Poziomy odniesienia
Radon (65)		
- w nowych domach	-	(200 Bq m <sup>-3</sup> )
- w domach	3-10 mSv/rok (200-600 Bq m <sup>-3</sup> )	<10 mSv/rok (300 Bq m <sup>-3</sup> )
- miejsca publiczne o krótkim czasie przebywania		(1000 Bq m <sup>-3</sup> )
-w miejscach pracy	3-10 mSv/rok (500-1500 Bq m <sup>-3</sup> )	10 mSv/rok (1000 Bq m <sup>-3</sup> )

# Fukushima

11 reaktorów pracujących (stan krytyczny), 3 reaktory - okresowa kontrola (stan podkrytyczny)



## Higashidori:

Unit1 (BWR-5): 1100 MW(e), [2005->], wyłączony (SpK); *okresowa insp.*

## Onagawa:

Unit1 (BWR-4): 524 MW(e), [1984->], pracujący (SK)

Unit2 (BWR-5): 825 MW(e), [1995->], rozruch reaktora (SK)

Unit3 (BWR-5): 825 MW(e), [2002->], pracujący (SK)

## Fukushima Dai-ichi (*Fukushima I*):

Unit1 (BWR-3): 460 MW(e), [1971->], pracujący (SK)

Unit2 (BWR-4): 784 MW(e), [1974->], pracujący (SK)

Unit3 (BWR-4): 784 MW(e), [1976->], pracujący (SK)

Unit4 (BWR-4): 784 MW(e), [1978->], wyłączony (SpK), *okresowa insp.*

Unit5 (BWR-4): 784 MW(e), [1978->], wyłączony (SpK), *okresowa insp.*

Unit6 (BWR-5): 1100 MW(e), [1979->], wyłączony (SpK), *okresowa insp.*

## Fukushima Dai-ni (*Fukushima II*):

Unit1 (BWR-5): 1100 MW(e), [1982->], pracujący (SK)

Unit2 (BWR-5): 1100 MW(e), [1984->], pracujący (SK)

Unit3 (BWR-5): 1100 MW(e), [1985->], pracujący (SK)

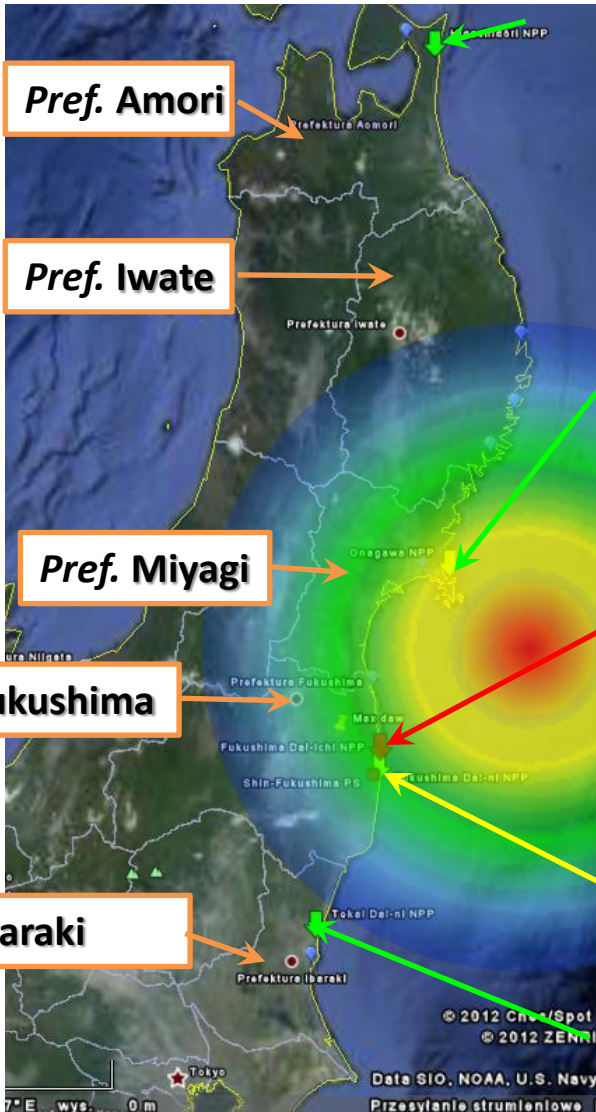
Unit4 (BWR-5): 1100 MW(e), [1987->], pracujący (SK)

## Tokai Dai-ni:

Unit1 (BWR-5): 1100 MW(e), [1978->], pracujący (SK)



# Fukushima



## Higashidori:

Unit1 (BWR-5): 1100 MW(e), [2005->], wyłączony (SpK); *okresowa insp.*

uruchomiły się czujniki wstrząsów ziemi i wszystkie reaktory zostały automatycznie wyłączone.

## Onagawa:

Unit1 (BWR-4): 524 MW(e), [1984->], **automatyczne wyłączenie**  
Unit2 (BWR-5): 825 MW(e), [1995->], **automatyczne wyłączenie**  
Unit3 (BWR-5): 825 MW(e), [2002->], **automatyczne wyłączenie**

## Fukushima Dai-ichi (Fukushima I):

Unit1 (BWR-3): 460 MW(e), [1971->], **automatyczne wyłączenie**  
Unit2 (BWR-4): 784 MW(e), [1974->], **automatyczne wyłączenie**  
Unit3 (BWR-4): 784 MW(e), [1976->], **automatyczne wyłączenie**  
Unit4 (BWR-4): 784 MW(e), [1978->], wyłączony (SpK), *okresowa insp.*  
Unit5 (BWR-4): 784 MW(e), [1978->], wyłączony (SpK), *okresowa insp.*  
Unit6 (BWR-5): 1100 MW(e), [1979->], wyłączony (SpK), *okresowa insp.*

## Fukushima Dai-ni (Fukushima II):

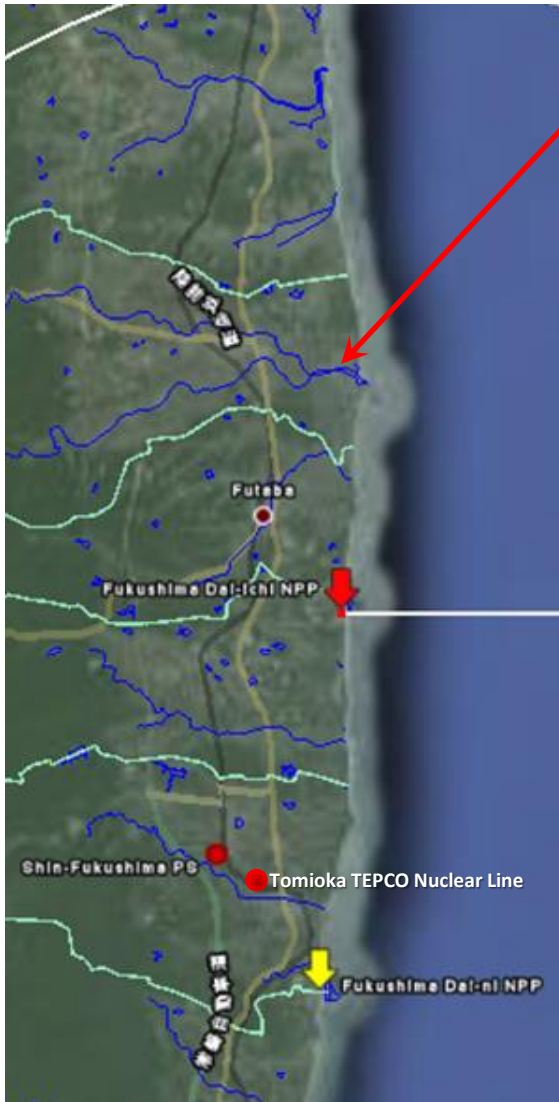
Unit1 (BWR-5): 1100 MW(e), [1982->], **automatyczne wyłączenie**  
Unit2 (BWR-5): 1100 MW(e), [1984->], **automatyczne wyłączenie**  
Unit3 (BWR-5): 1100 MW(e), [1985->], **automatyczne wyłączenie**  
Unit4 (BWR-5): 1100 MW(e), [1987->], **automatyczne wyłączenie**

## Tokai Dai-ni:

Unit1 (BWR-5): 1100 MW(e), [1978->], **automatyczne wyłączenie**



# Fukushima



**Fukushima Dai-ichi (Fukushima I) :**  
**Unit2 (BWR-4): 784 MW(e), [1974->], pracujący (SK)**

**11 marzec 14:46 -> trzęsienie ziemi-> automatyczne przerwanie reakcji, Spk, przerwa w zasilaniu zewnętrznym WN, włączenie DG, rozpoczyna pracę RCIC (reactor core isolation cooling), kontrola przez SRV (safety/relief valve)**  
**11 marzec 15:42 -> zalanie wodą morską i zatrzymanie DG – utrata zasilania, utrata zdolności monitoringu stanu reaktora m.in. : poziomu wody w reaktorze**  
**13 marzec 11:00 , 15 marzec 00:00 odpowietrzanie reaktora**  
**15 marca 6:00 eksplozja wodoru -> uwolnienie substancji radioaktywnych**  
**3 kwietnia -> odzyskanie zasilania WN – nuclear power line Tohoku**



Fire Engine



Power Supply Car



CENTRAL LABORATORY  
FOR  
RADIOLOGICAL  
PROTECTION

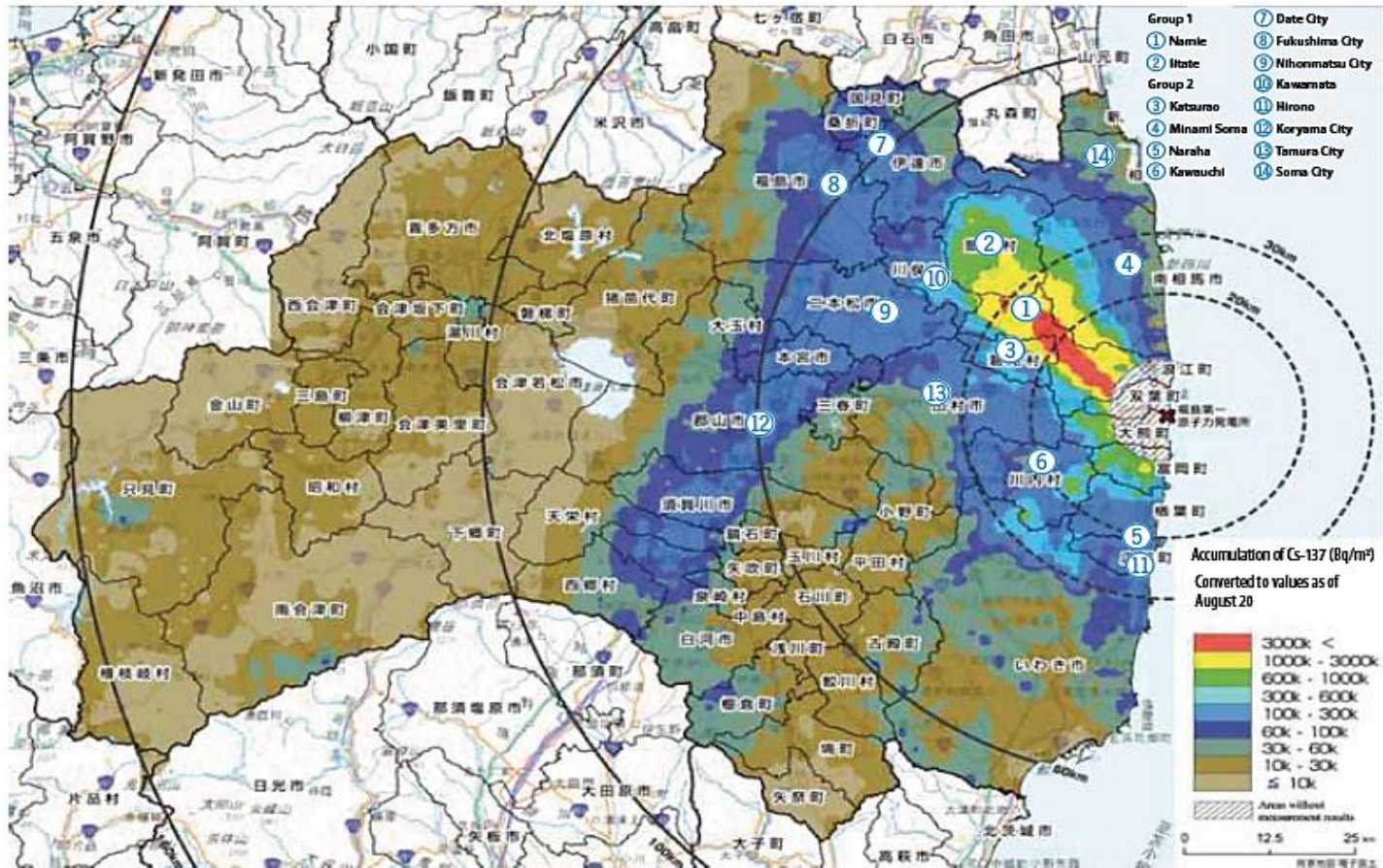
# Fukushima

- W rejonie wysokiego ryzyka znajdowało się pięć japońskich elektrowni jądrowych.
- Bez żadnych uszkodzeń przetrwało kataklizm **osiem bloków energetycznych z czterech EJ**, natomiast w wyniku nieszczęśliwego zbiegu okoliczności a także częściowo z powodu niedostatecznej przeczności w trzech blokach EJ Fukushima Dai-ichi doszło do przegrzania rdzeni reaktorów a w konsekwencji do wzrostu ciśnienia w obudowie bezpieczeństwa, wytworzeniu i wybuchowej reakcji wodoru z tlenem zawartym w powietrzu.
- Nastąpiło **uwolnienie produktów rozszczepienia do atmosfery i lokalne wysokie skażenie gruntu.**



# Fukushima

**Figure 5.** Locations in Fukushima prefecture considered in the assessment (Groups 1 and 2). Note that the rest of Fukushima (less affected) is part of Group 3.



Source: [http://radioactivity.mext.go.jp/en/contents/4000/3168/24/1270\\_0912\\_2.pdf](http://radioactivity.mext.go.jp/en/contents/4000/3168/24/1270_0912_2.pdf) (Attachment 4 - Accumulation of Cs137 on the ground surface in Fukushima prefecture).

## Rekonstrukcja dawek inhalacyjnych:

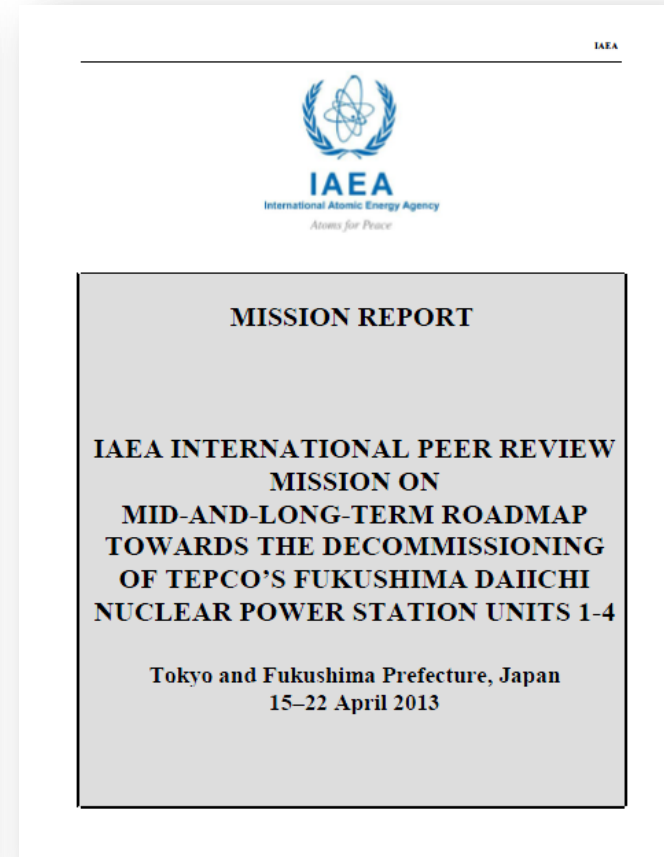
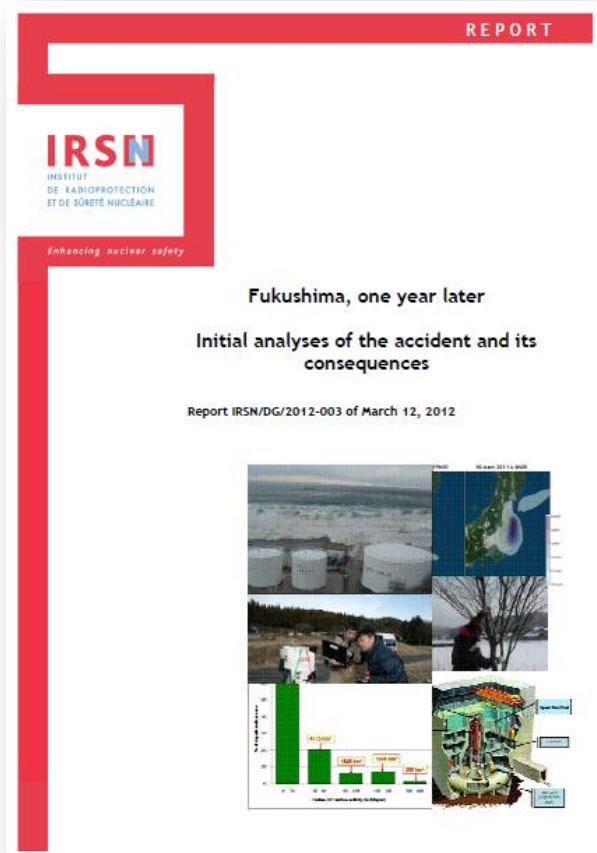
- **Założenia:** stężenie powierzchniowe Cs-137 **max 15 MBq/m<sup>2</sup>**, składu izotopowego uwolnień oraz znane w przybliżeniu prędkości osadzania skażeń na powierzchni ziemi
- **Wyniki:** średnie (w okresie trzydniowych uwolnień) stężenie promieniotwórczych izotopów w powietrzu: **19 kBq/m<sup>3</sup> dla Cs-137, 23 kBq/m<sup>3</sup> dla Cs-134, 200 kBq/m<sup>3</sup> dla I-131** oraz 4 kBq/m<sup>3</sup> Te-129m.
- Odpowiadająca tym wartościom dawka efektywna
  - od wchłoneń drogą oddechową **wynosiła 244 mSv.**
  - dawkę zewnętrzną od chmury = **1,5 mSv**
  - dawka zewnętrzna od napromienienia radioizotopami zdeponowanymi na powierzchni ziemi = **40 mSv.**
- **Całkowita dawka wyniosła zatem około 285 mSv, co prawie trzykrotnie przekracza limit narażenia wymagający ewakuacji.**
- Rodzi się tylko pytanie czy ewakuacja powinna również objąć obszary gdzie poziom skażeń był 5 krotnie niższy (stężenie Cs-137 na powierzchni 3 MBq/m<sup>2</sup> i moc dawki 19 μSv/h) co daje dawkę efektywną mniejszą niż 60 mSv.

## Zestawienie narażenia pracowników biorących udział w akcjach ratowniczych



KATEGORIE NARAŻENIA [mSv]	Pracownicy TEPCO	Pracownicy kontraktowi	Razem
> 250	8	0	8
250 - 200	4	2	6
200 - 150	19	2	21
150 - 100	59	8	67
100 - 50	179	36	215
50 - 20	271	146	417
20-10	232	160	392
< 10	637	604	1241
Razem	1409	958	2367







## SKUTKI RADIOLOGICZNE FUKUSHIMY

Paweł Krajewski

Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej

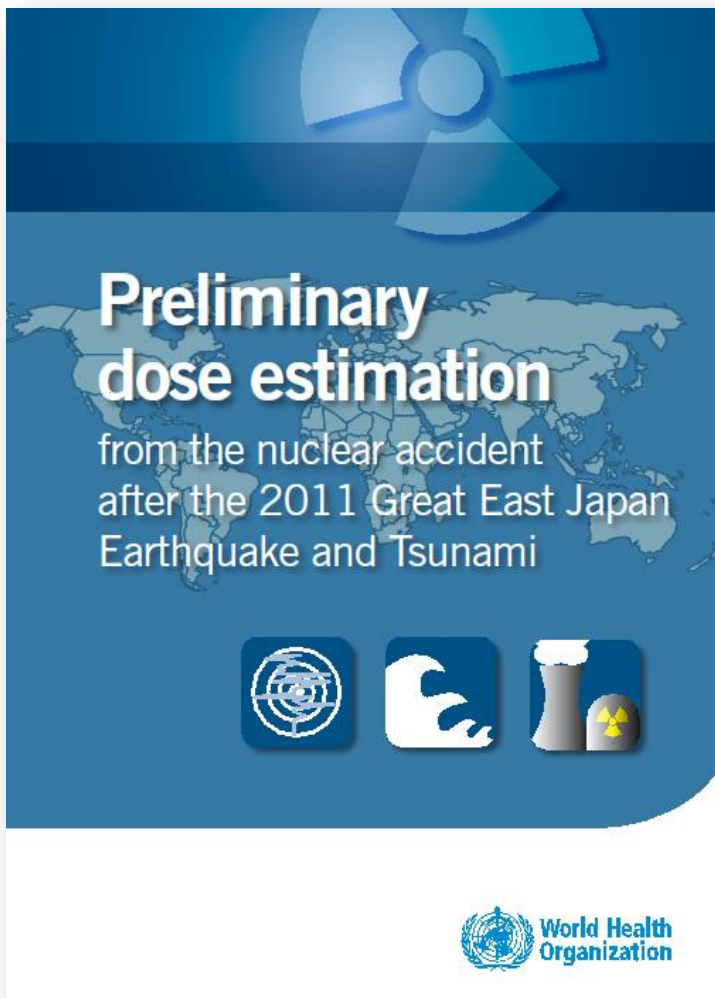
V Międzynarodowa Szkoła Energetyki Jądrowej

8 maja 2012 , WARSZAWA

W dwa lata później opublikowano raport poświęcony kompleksowej ocenie skutków zdrowotnych uwolnień z EJ Fukushima sporządzony przez międzynarodowy zespół światowej klasy specjalistów pod kierunkiem Dr Marii Neira, Dyrektora WHO do spraw Zdrowia i Środowiska.

W lutym 2013 w Genewie, ogłoszono

„*Global report on Fukushima nuclear accident details health risks*”, który jednoznacznie stwierdzał, że dla **ogółu populacji w Japonii i po za jej granicami** przewidywane ryzyko skutków zdrowotnych jest małe i nie oczekuje się żadnego (możliwego do zaobserwowania) **wzrostu zachorowalności na raka**.



2012



2013



Stosując tzw. liniową hipotezę dawka-efekt, eksperci WHO przewidują 6-7 % wzrost zachorowalności na raka dla miejscowości leżących w 80 km strefie, w obszarze największych depozycji izotopów promieniotwórczych, jak następuje:

- **miasto Namie (populacja 22 000) oraz wsi litate (populacja 6 858)** – gdzie oszacowane dawki wynoszą odpowiednio **22 – 26 mSv**;
- we wsi Katsurao (populacja 1 637) i mieście Minami Soma (populacja 68,745)- oszacowane dawki są rzędu **5-6 mSv/rok**,
- w 10 pozostałych miejscach, w promieniu 80 km od Fukushima - oszacowano dawki na poziomie **3-4 mSv**.

## “Discussion on Implementation of ICRP Recommendations Concerning Reference Levels and Optimisation”





- **Przy tym poziomie dawek otrzymanych przez ludność i ratowników awaria w Fukushima-Daichi nie spowodowała zmian norm ochrony radiologicznej**
- **Nowe rekomendacje ICRP z 2007 roku adoptowane do przepisów UE będą wymagały radykalnych zmian w wykonawczych przepisach krajowych, ze względu na zaostrzony wymóg optymalizacji dawek dla wszystkich warunków narażenia**

## CZĘŚCIOWO JE ROZWIĄDUJE:

ENCYKLOPEDYCZNY SŁOWNIK ANGIELSKICH TERMINÓW I DEFINICJI Z  
DZIEDZINY OCHRONY RADIOLOGICZNEJ, WYBRANYCH TERMINÓW I DEFINICJI  
Z DZIEDZIN POKREWNYCH ORAZ ICH ODPOWIEDNIKI PRZYJĘTE W POLSCE

Tadeusz Musiałowicz

RAPORT CLOR nr 186

Wydanie 5-te uzupełnione

WARSZAWA 2012

TERMIN ANGIELSKI	TŁUMACZENIE NA POLSKI
■ <b>exposure situations</b> ----->	warunki narażenia, narażenie
■ <b>planned exposure situations</b> ----->	planowane warunki narażenia
■ <b>emergency exposure situations</b> ->	wyjatkowe warunki narażenia
■ <b>existing exposure situations</b> ----->	istniejące warunki narażenia (zastane warunki narażenia ?)





CENTRAL LABORATORY  
FOR  
RADIOLOGICAL  
PROTECTION

# EWOLUCJA NORM I PRZEPISÓW OCHRONY RADIOLOGICZNEJ PO 2013 roku



*Dziękuję z uwagą*

Paweł Krajewski

Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej

