

BIOFIZYKA RADIACYJNA

wykład #14

Krzysztof Wojciech Fornalski

Narodowe Centrum Badań Jądrowych
Wydział Fizyki, Politechnika Warszawska



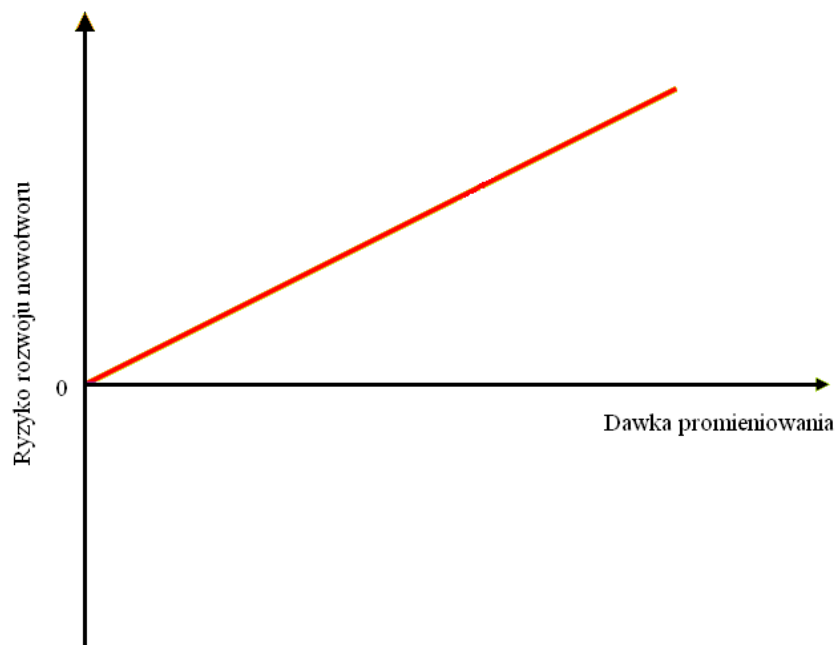
PRZYPOMNIENIE Z POPRZEDNIEGO WYKŁADU

Skutki stochastyczne

- ◆ Mogą (lecz nie muszą) się pojawić z pewnym prawdopodobieństwem, zazwyczaj wiele lat po napromienieniu
- ◆ Najczęstszymi skutkami stochastycznymi są choroby nowotworowe
- ◆ W ochronie radiologicznej zakłada się, że prawdopodobieństwo rośnie wraz z dawką (tzw. hipoteza LNT)

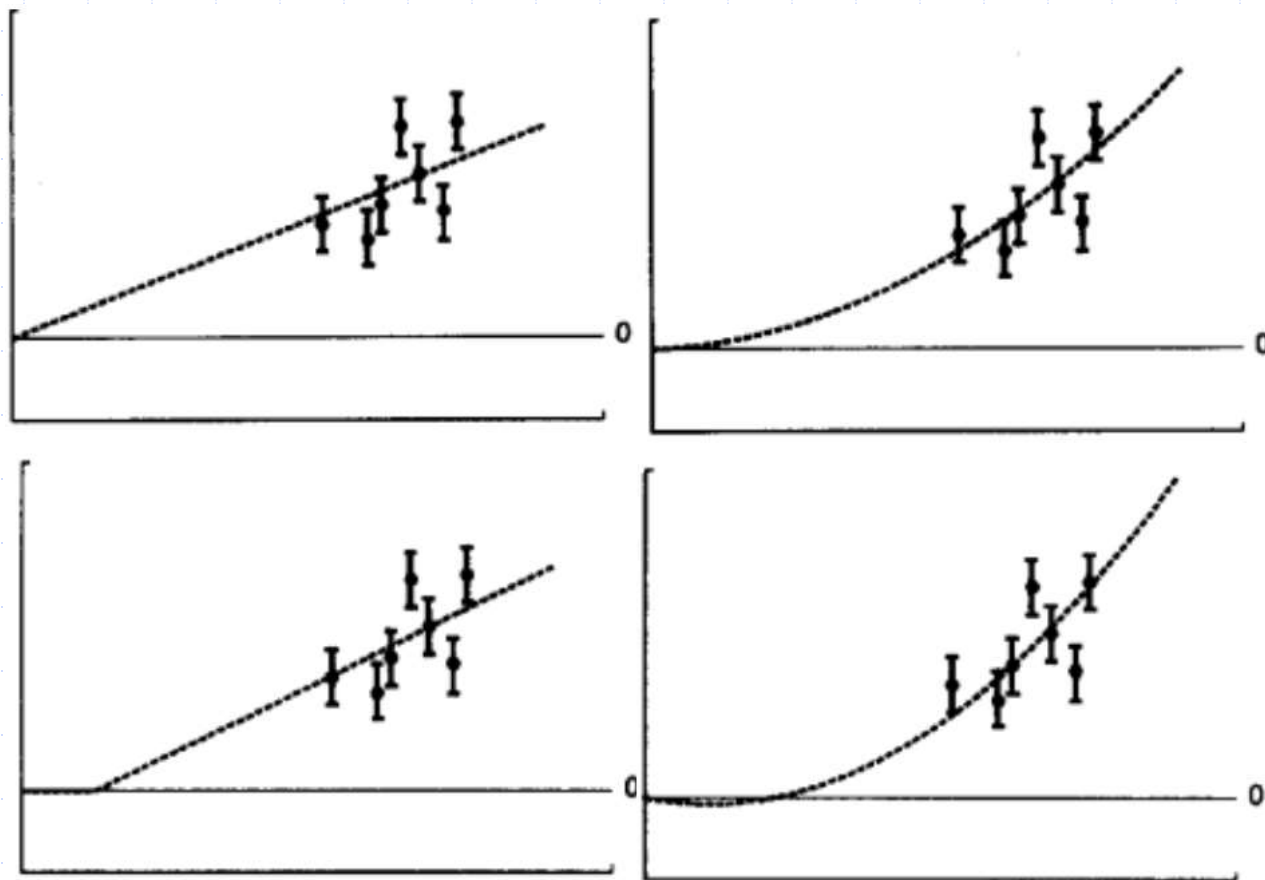
Hipoteza LNT

- ◆ Hipoteza Liniowa Bezprogowa = *Linear No-Threshold, LNT*
- ◆ Zakłada, iż prawdopodobieństwo zachorowalności na raka rośnie wraz z dawką
Niewielkie ryzyko także dla bardzo małych dawek równych naturalnemu tłu

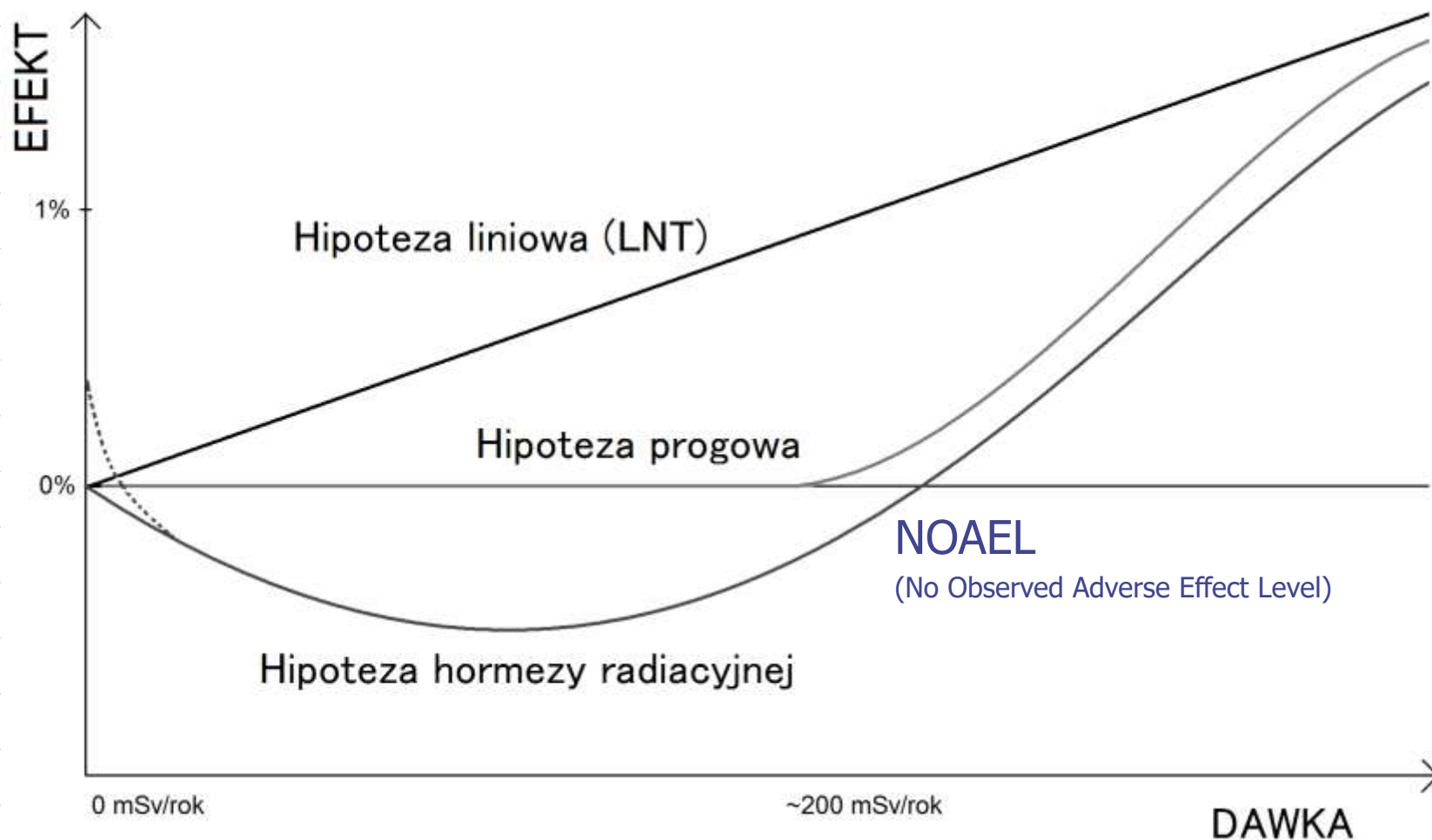


Wystarczy jedna
zmutowana komórka

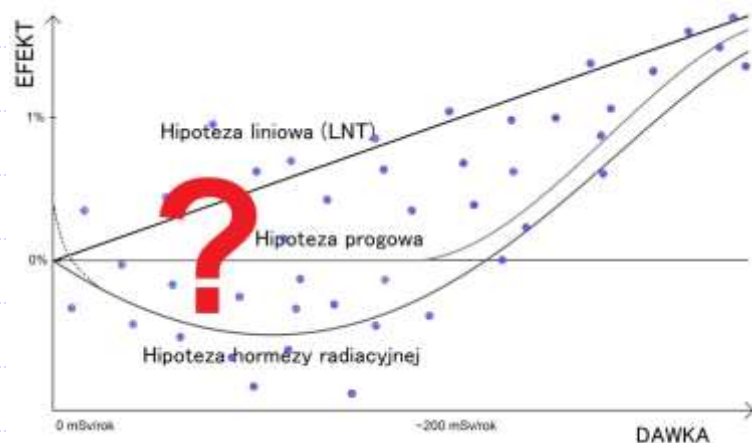
Problem wyboru modelu



Alternatywne modele

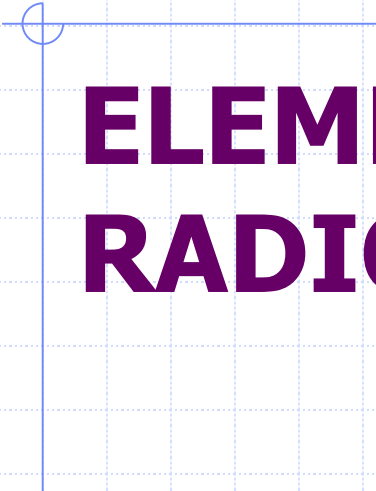


Jak nie epidemiologia to co?



← brak jednoznacznego potwierdzenia jakiegokolwiek zależności

- ◆ Dane epidemiologiczne (lub podobne) rodzą wiele problemów natury wiarygodności statystycznej
- ◆ Inne podejście: modelowanie



ELEMENTY OCHRONY RADIOLOGICZNEJ PACJENTA

Ustawa

PRAWO ATOMOWE

z dnia 29 listopada 2000

z późn. zmianami

- tekst jednolity

Wybrane przepisy z Ustawy

- art. 3 – definicje c.d.

- ◆ narażenie – proces, w którym organizm ludzki podlega działaniu promieniowania jonizującego;
- ◆ narażenie wyjątkowe – narażenie osoby uczestniczącej w usuwaniu skutków zdarzenia radiacyjnego lub w działaniach interwencyjnych, w czasie których może ona otrzymać dawkę przekraczającą wartość rocznej dawki granicznej dla pracowników;
- ◆ ochrona radiologiczna – zapobieganie narażeniu ludzi i skażeniu środowiska, a w przypadku braku możliwości zapobieżenia takim sytuacjom – ograniczenie ich skutków do poziomu tak niskiego, jak tylko jest to rozsądnie osiągalne, przy uwzględnieniu czynników ekonomicznych, społecznych i zdrowotnych;
- ◆ ochrona radiologiczna pacjenta – zespół czynności i ograniczeń zmierzających do zminimalizowania narażenia pacjenta na promieniowanie jonizujące, które nie będzie nadmiernie utrudniało lub uniemożliwiało uzyskania pożądanych i uzasadnionych informacji diagnostycznych lub efektów leczniczych;
- ◆ ogranicznik dawki (limit użytkowy dawki) – ograniczenie przewidywanych dawek indywidualnych, które mogą pochodzić od określonego źródła promieniowania jonizującego, uwzględnione podczas planowania ochrony radiologicznej w celach związanych z optymalizacją;

Wybrane przepisy z Ustawy

◆ **Art. 33a. 1.** Stosowanie promieniowania jonizującego w celach medycznych obejmuje ekspozycje:

- 1) pacjentów, wynikającą z badań lekarskich i leczenia, w tym ze wstępnych i okresowych badań pracowników;
- 2) osób poddawanych przesiewowym badaniom z zastosowaniem promieniowania jonizującego;
- 3) zdrowych osób lub pacjentów uczestniczących w eksperymentach medycznych;
- 4) osób poddawanych badaniom z zastosowaniem promieniowania jonizującego w celach medyczno-prawnych, kiedy podjęcie tych badań nie wynika ze wskazań zdrowotnych;
- 5) osób, które poza obowiązkami zawodowymi, świadomie i z własnej woli udzielają pomocy pacjentom i opiekują się nimi.

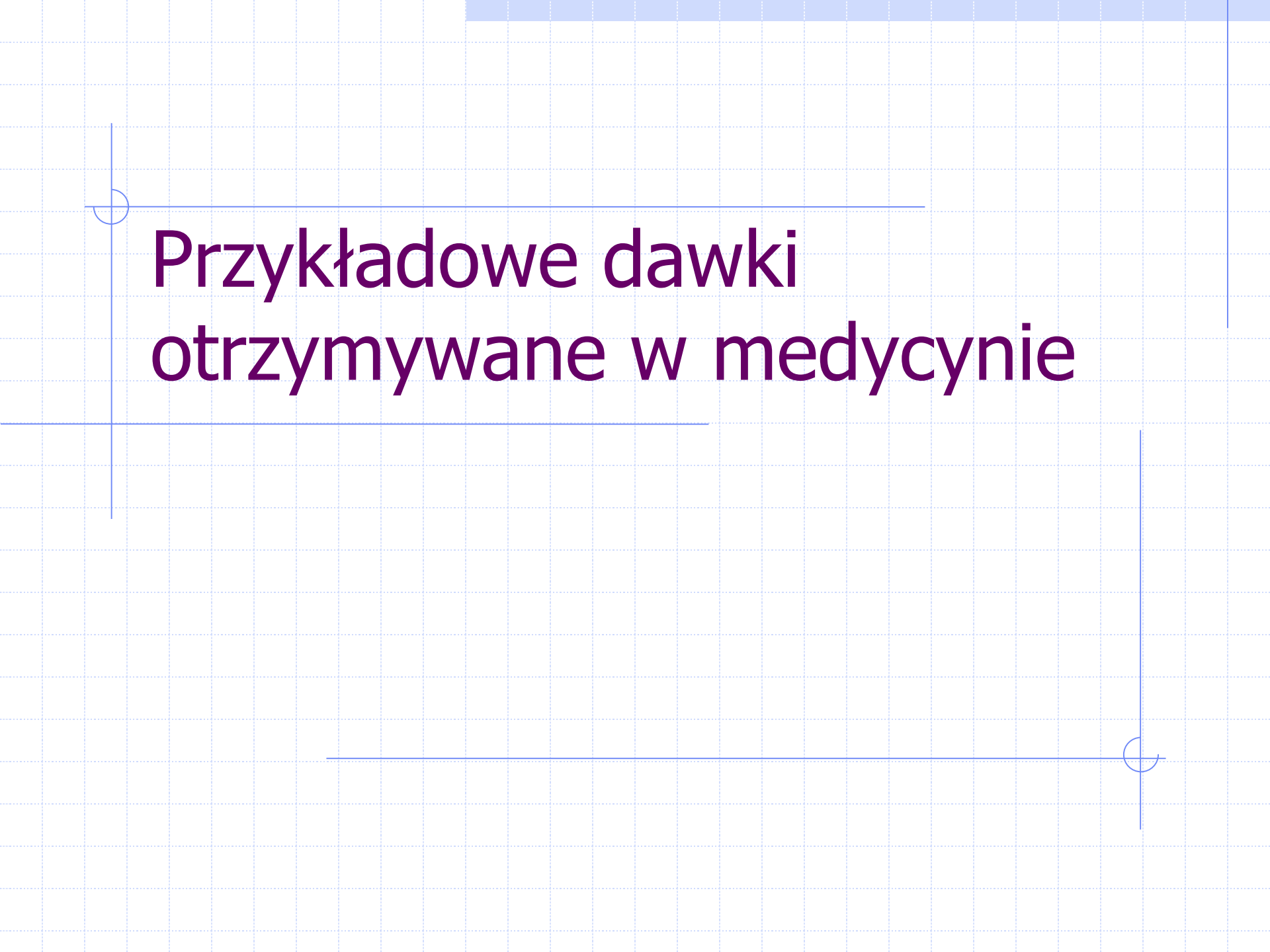
◆ 2. Ekspozycje, o których mowa w ust. 1, wymagają **uzasadnienia**. Uzasadnienie jest oparte na przewadze oczekiwanych korzyści zdrowotnych dla pacjenta lub społeczeństwa nad uszczerbkiem zdrowotnym, który ekspozycja może spowodować

Wybrane przepisy z Ustawy

- ◆ 3. Warunkiem właściwego uzasadnienia jest zastosowanie radiologicznej procedury diagnostycznej lub leczniczej, której skuteczność w określonej sytuacji klinicznej została udowodniona lub powszechnie uznana. W procesie uzasadnienia ocenia się również korzyści i rodzaje ryzyka związane ze stosowaniem alternatywnych procedur, służących temu samemu celowi, prowadzących do mniejszej ekspozycji na promieniowanie jonizujące lub nienarażających na jego działanie.
- ◆ 4. Skierowanie pacjenta na określone badanie z zastosowaniem promieniowania jonizującego wynika z uzasadnionego przekonania lekarza lub innej osoby upoważnionej do kierowania na takie badanie, że jego wynik dostarczy informacji, które przyczynią się do postawienia prawidłowego rozpoznania lub wykluczenia choroby, oceny jej przebiegu i postępów leczenia oraz, że **korzyści z tego tytułu przewyższą możliwe ujemne następstwa dla zdrowia, które mogą być związane z narażeniem na promieniowanie jonizujące.**

Wybrane przepisy z Ustawy

- ◆ 5. Skierowanie, o którym mowa w ust. 4, może być wystawione po upewnieniu się, że inne alternatywne, nieinwazyjne i nienarażające na działanie promieniowania jonizującego metody, a także wcześniej wykonane badania z zastosowaniem promieniowania jonizującego nie mogą dostarczyć równoważnych informacji.
- ◆ 6. W szczególnych przypadkach, podlegających każdorazowo odrębnej ocenie, można wykonać badanie z zastosowaniem promieniowania jonizującego, jeżeli nie zostało ono uzasadnione w sposób, o którym mowa w ust. 3–5.
- ◆ 7. Dokonanie badania z zastosowaniem promieniowania jonizującego uzasadnionego w sposób, o którym mowa w ust. 6, odnotowuje się w dokumentacji chorego. Dotyczy to w szczególności ekspozycji w celach medyczno-prawnych.
- ◆ 8. W przypadku zaistnienia okoliczności wykluczających lub ograniczających zakres zastosowania procedury radio-logicznej u pacjenta, pomimo że jest ona ogólnie uzasadniona, o odstąpieniu od jej wykonania lub o zakresie jej zastosowania decyduje lekarz kierujący lub wykonujący badanie.
- ◆ 9. Dokonywanie ekspozycji na promieniowanie jonizujące w celach medycznych w wyniku procedury, która nie została uzasadniona w sposób określony w ust. 3–5, jest niedopuszczalne, z zastrzeżeniem ust. 6.



Przykładowe dawki otrzymywane w medycynie

Dawka skuteczna (efektywna) dla konwencjonalnych badań RTG

otrzymywana przez przeciętnego dorosłego pacjenta (wg Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi)

Lp.	Rodzaj badania	Dawka skuteczna (mSv)
1	Zdjęcie wewnątrzustne (wg Radiation Protection 136)	0,008
2	Zdjęcie pantomograficzne (wg Radiation Protection 136)	0,03
3	Badanie głowy	0,03
4	Zdjęcie klatki piersiowej (duży format, PA)	0,11
5	Zdjęcie miednicy	0,50
6	Zdjęcie jamy brzusznej	0,80
7	Zdjęcie małoobrazkowe klatki piersiowej	1,00
8	Zdjęcie kręgosłupa piersiowego	3,00
9	Zdjęcie kręgosłupa lędźwiowo–krzyżowego	
10	Urografia	3,50
11	Badanie żołądka i przewodu pokarmowego	5,60
12	Wlew doodbytniczy	8,00

Poziomy referencyjne

- ◆ Z ustawy Prawo atomowe: poziomy referencyjne – dawki promieniowania jonizującego na powierzchnię skóry w badaniach rentgenodiagnostycznych lub poziomy aktywności – w przypadku podawania pacjentom produktów radiofarmaceutycznych, dotyczące badań typowych pacjentów, dla poszczególnych kategorii urządzeń radiologicznych; poziomy referencyjne nie mogą być przekraczane w przypadku powszechnie stosowanych medycznych procedur radiologicznych, jeżeli stosuje się właściwe sposoby postępowania i urządzenia techniczne; poziomy referencyjne mogą być przekraczane w przypadku istnienia istotnych wskazań klinicznych;

Poziomy referencyjne

Lp.	Rodzaj badania	Dawka ¹⁾ (mGy)
1	Radiografia klatki piersiowej – projekcja AP – projekcja LAT	0,3 1,5
2	Radiografia czaszki – projekcja AP/PA – projekcja LAT	5 3
3	Radiografia kręgosłupa lędźwiowego – projekcja AP/PA – projekcja LAT – projekcja LAT stawu lędźwiowo–krzyżowego	10 30 40
4	Radiografia miednicy – projekcja AP	10
5	Radiografia układu moczowego – projekcja AP zwykle zdjęcie lub przed podaniem kontrastu – po podaniu kontrastu	10 10
6	Radiografia zębów	5
7	Mammografia – projekcja MLO – projekcja CC	10 10
¹⁾ (wejściowa dawka powierzchniowa) odnosząca się do standardowego pacjenta o wzroście 1,70 m i wadze 70 kg, a przy mammografii do 5 cm ściśnięcia piersi dla standardowego pacjenta przy zdjęciu z wykorzystaniem kratki p.rozproszeniowej		

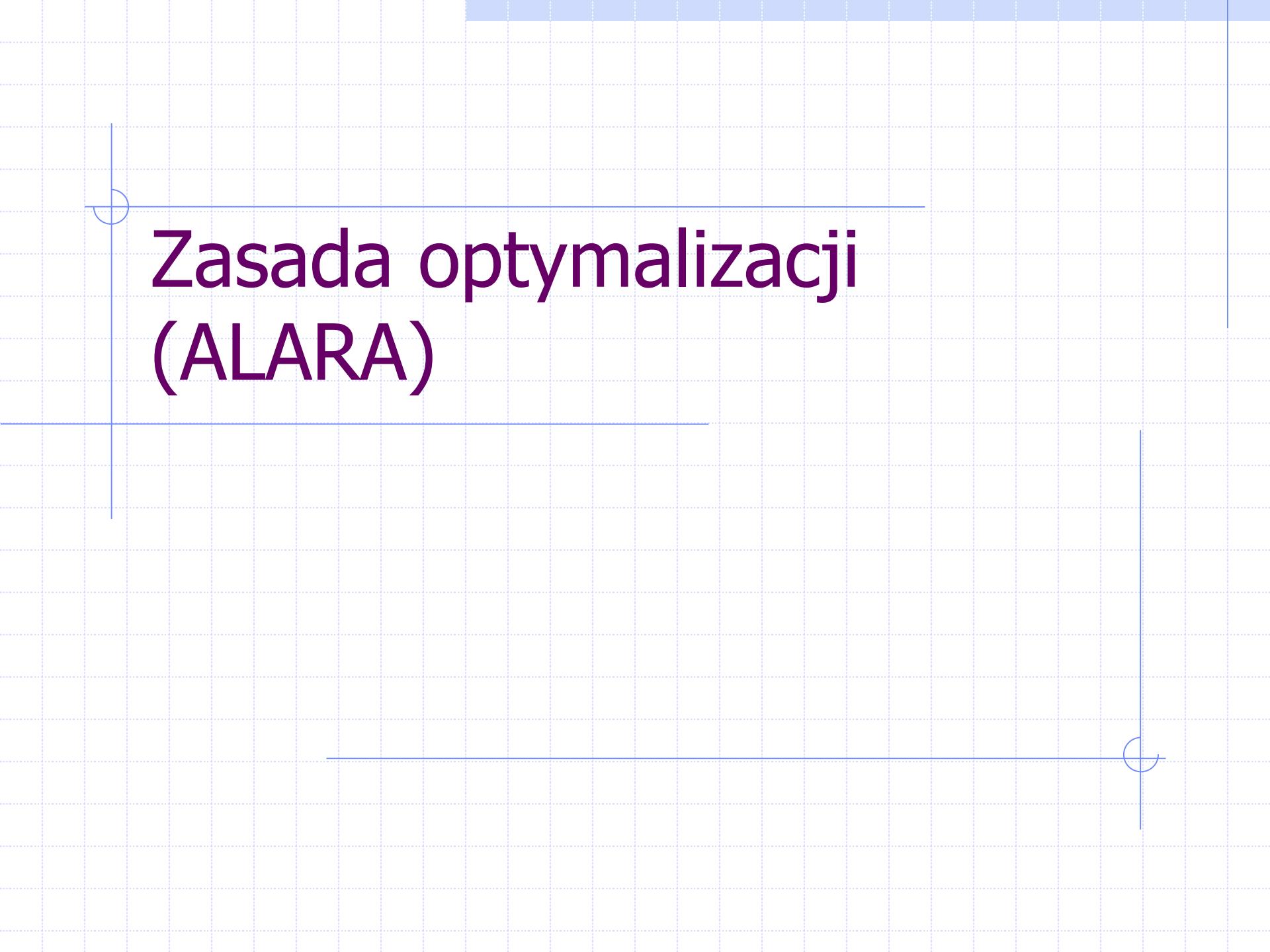
Poziomy referencyjne w pediatrii

Lp.	Rodzaj badania ¹⁾	Dawka ²⁾ (mGy)
1	Radiografia klatki piersiowej (poza noworodkami) – projekcja PA/AP – projekcja LAT	0,1 0,2
2	Radiografia klatki piersiowej noworodków – projekcja AP	0,08
3	Radiografia czaszki – projekcja PA/AP – projekcja LAT	1,5 1,0
4	Radiografia miednicy – niemowlęta – starsze dzieci	0,2 0,9
5	Radiografia brzucha z użyciem wiązki poziomej lub pionowej	1,0
¹⁾ Wartości poziomów referencyjnych dla pozostałych badań są obecnie nieokreślone.		
²⁾ Odnosząca się do standardowego pacjenta w wieku 5 lat (z wyłączeniem badań noworodków i niemowląt)		

Wyniki rzeczywistych pomiarów

Porównanie dawek powierzchniowych przy różnych badaniach diagnostycznych zarejestrowanych podczas pomiarów przez OHR – Łódź i Zduńska Wola dla 160 aparatów RTG (1999r.)

Lp.	Rodzaj badania RTG	Przedział wartości dawek (mSv)	Mediana (mSv)	Dawka referencyjna (mSv)
1	Klatka piersiowa PA	0,03–5,48	0,3	0,3
2	Kręgosłup piersiowy AP	0,27–16,4	1,0	7,0
3	Kręgosłup piersiowy LAT	0,31–63,8	1,5	20,0
4	Kręgosłup lędźwiowy AP	0,22–18,7	5,0	10,0
5	Kręgosłup lędźwiowy LAT	0,44–22,8	3,0	30,0
6	Czaszka AP/PA	0,27–10,0	0,5	5,0



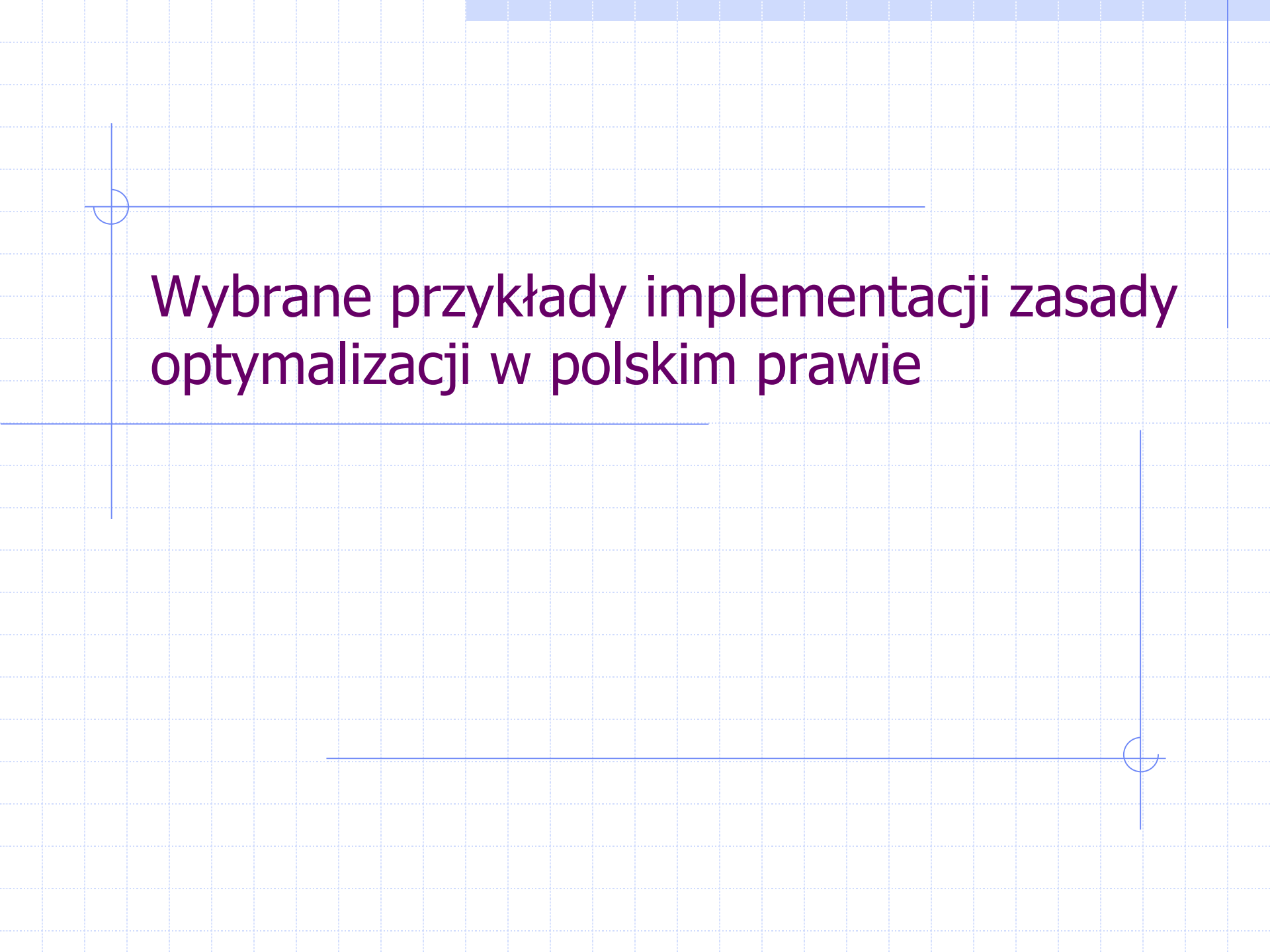
Zasada optymalizacji (ALARA)

Podstawowe zasady ochrony radiologicznej

- ◆ **ALARA** (*As Low As Reasonable Achievable*)
 - tak nisko jak to jest rozsądnie osiągalne
- ◆ **ALARP** (*As Low As Reasonable Possible*) – tak nisko jak to jest rozsądnie możliwe
- ◆ = Zasada Optymalizacji (w polskim prawie)
- ◆ Zasada Pesymizacji
 - = zakładanie najbardziej pesymistycznych warunków narażenia na promieniowanie

ALARA = zasada optymalizacji

- ◆ Innymi słowy międzynarodowa zasada ALARA w polskim prawie nosi nazwę zasady optymalizacji
- ◆ Zasada ta nakazuje zmniejszać narażenie na promieniowanie do poziomu tak niskiego, jak to jest rozsądnie możliwe, przy uwzględnieniu innych czynników, takie jak społeczne czy finansowe

The background features a light blue grid. A solid blue line runs horizontally across the upper portion of the slide. Another solid blue line runs horizontally below the title. A vertical blue line runs down the left side, and another runs down the right side. Small blue circles are positioned at the intersections of these lines: one at the top-left, one at the bottom-right, and one at the intersection of the horizontal lines.

Wybrane przykłady implementacji zasady optymalizacji w polskim prawie

Ustawa Prawo atomowe

- art. 3 – definicje

- ◆ ochrona radiologiczna – zapobieganie narażeniu ludzi i skażeniu środowiska, a w przypadku braku możliwości zapobieżenia takim sytuacjom – **ograniczenie ich skutków do poziomu tak niskiego, jak tylko jest to rozsądnie osiągalne, przy uwzględnieniu czynników ekonomicznych, społecznych i zdrowotnych;**
- ◆ ochrona radiologiczna pacjenta – **zespół czynności i ograniczeń zmierzających do zminimalizowania narażenia pacjenta na promieniowanie jonizujące,** które nie będzie nadmiernie utrudniało lub uniemożliwiało uzyskania pożądanych i uzasadnionych informacji diagnostycznych lub efektów leczniczych;
- ◆ ogranicznik dawki (limit użytkowy dawki) – ograniczenie przewidywanych dawek indywidualnych, które mogą pochodzić od określonego źródła promieniowania jonizującego, uwzględnione podczas planowania ochrony radiologicznej **w celach związanych z optymalizacją;**

Optymalizacja ochrony radiologicznej

- parametr alfa

- ◆ Parametr α opisuje teoretyczny materialny koszt skutków przyjęcia przez pojedynczą osobę dawki promieniowania jonizującego w wysokości jednego siwerta
- ◆ Pomaga ustalić zasadność określenia stopnia ochrony radiologicznej w rozważanym obszarze – np. elektrowni jądrowej lub regionie
- ◆ Określenie powyższego uzasadnienia opiera się na zasadzie optymalizacji (ALARA) – redukcji narażenia bądź jego skutków do poziomu tak niskiego jak to rozsądnie osiągalne, przy uwzględnieniu czynników ekonomicznych, społecznych i zdrowotnych oraz stanu aktualnej wiedzy technicznej

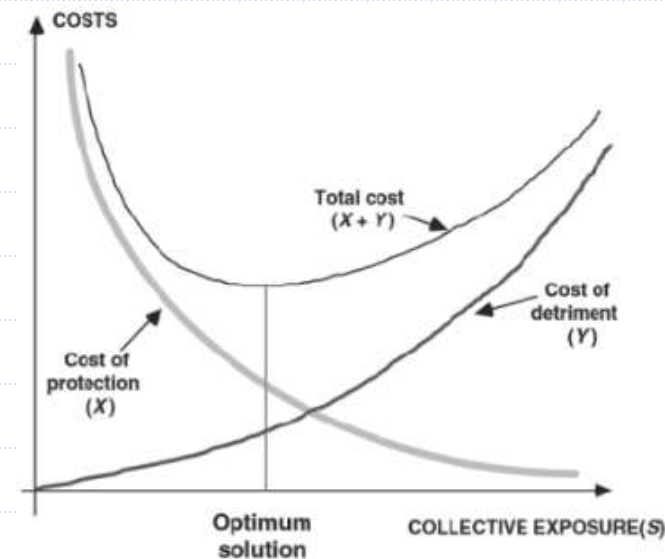
Optimalizacja ochrony radiologicznej

- parametr alfa

- Wartość parametru opisana jest prostym równaniem:

$$\alpha = L \cdot P \cdot K$$

- L – średnie skrócenie życia człowieka wynikające z niekorzystnego wpływu promieniowania jonizującego (ok. 16 lat);
- P – prawdopodobieństwo wystąpienia wyżej wspomnianego, niekorzystnego skutku – zależnie od przyjętego modelu ryzyka (dla modelu LNT: $P = 5\%/Sv$);
- K – kwota odzwierciedlająca straty materialne związane z uszczerbkiem na zdrowiu człowieka lub skróceniu jego czasu życia.
- Wartość parametru α wyznaczona bazując na kwocie państwowo regulowanych odszkodowań wynosi:
 $\alpha \approx 100\,000\text{ zł}/Sv$ (dane za 2021 rok)



Źródło: ALARA, czyli optymalizacja w ochronie radiologicznej - analiza dla Polski, E. Bugała, K. Fornalski, Postępy Techniki Jądrowej Vol. 64, Warszawa, 2021

WYBRANE WIELKOŚCI DOZYMETRYCZNE W RADIOTERAPII I RENTGENODIAGNOSTYCE

Dawka wejściowa (ESD)

- ◆ Dawka wejściowa - kerma w powietrzu w punkcie przecięcia osi wiązki z powierzchnią ciała pacjenta

$$ESD = K \cdot B \cdot \left(\frac{\mu}{\rho} \right) [Gy]$$

gdzie

K - kerma w powietrzu mierzona w osi wiązki promieniowania na powierzchni skóry pacjenta,

B – czynnik rozpraszania promieniowania przez pacjenta,

$\left(\frac{\mu}{\rho} \right)_{\text{skóra}}^{\text{powietrze}}$ masowy współczynnik pochłaniania dla skóry względem powietrza.

Wejściowa dawka powierzchniowa

- ◆ Wejściowa dawka powierzchniowa - kerma w powietrzu mierzona na powierzchni skóry pacjenta w miejscu wejścia wiązki promieniowania z uwzględnieniem promieniowania rozproszonego

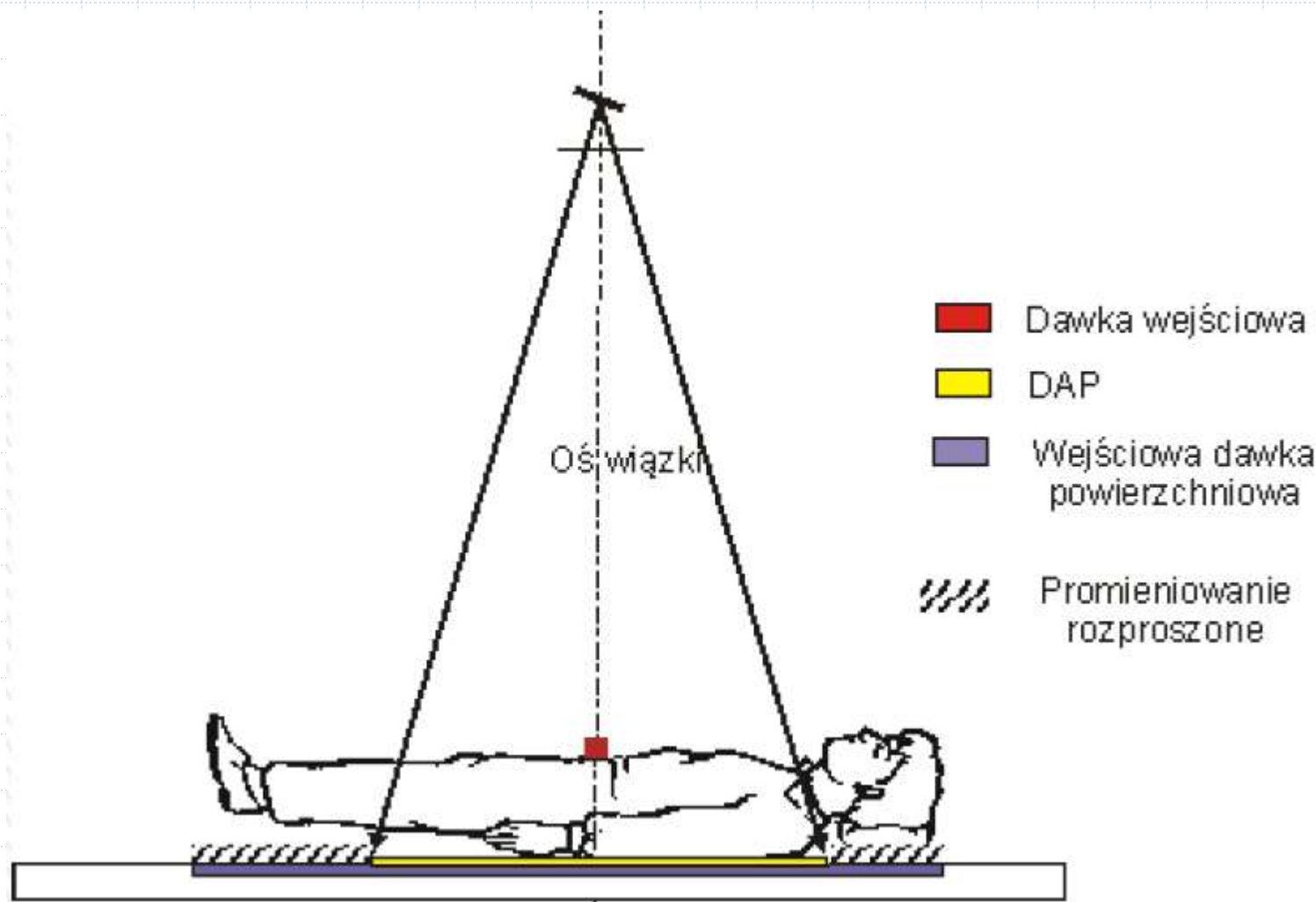
$$D_{wejciowa} = K_{wejciowa} \cdot B \quad [Gy]$$

DAP (*Dose Area Product*)

- ◆ DAP = iloczyn kerry w powietrzu i pola powierzchni wiązki promieniowania rentgenowskiego prostopadłego do osi wiązki [$\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$]
- ◆ Obliczenie dawki wejściowej (ESD) na podstawie DAP jest trudne, stosuje się odpowiednie programy. Można przyjąć empiryczne przybliżenie:

$$\text{ESD [mGy]} \approx 0,02 \cdot \text{DAP [cGy} \cdot \text{cm}^2]$$

Parametry ekspozycji dla pacjenta - podsumowanie



Przykłady

Radiologia i mammografia dla dorosłego człowieka o wzroście 170 cm i ciężarze 70 kg

Lp.	Rodzaj badania	DAP ⁽¹⁾ [cGy x cm ²]	Dawka wejściowa ⁽²⁾ [mGy]	Wejściowa dawka powierzchniowa ⁽³⁾ [mGy]
1	czaszka AP/PA	110	3,7	5,0
2	czaszka LAT	100	2,3	3,0
3	klatka piersiowa PA	20	0,21	0,3
4	klatka piersiowa LAT	100	1,1	1,5
5	kręgosłup piersiowy AP	220	5,2	7,0
6	kręgosłup piersiowy LAT	320	9,0	12
7	kręgosłup lędźwiowy AP	320	7,4	10
8	kręgosłup lędźwiowy LAT	800	22	30
9	miednica AP	500	7,0	10
10	jama brzuszna	550	7,0	10
11	zęby – zdjęcie wewnątrzustne	–	4,0 ⁽⁴⁾	5

(1) Iloczyn kerry w powietrzu i pola powierzchni wiązki promieniowania rentgenowskiego prostopadłego do osi wiązki.

(2) Kerma w powietrzu w punkcie przecięcia osi wiązki z powierzchnią ciała pacjenta.

(3) Kerma w powietrzu w punkcie przecięcia osi wiązki z powierzchnią ciała pacjenta z uwzględnieniem promieniowania rozproszonego.

(4) Kerma w powietrzu mierzona na końcu tubusa dla standardowego zdjęcia zęba trzonowego szczęki.

(5) Wartości wejściowej dawki powierzchniowej odnoszą się do 5 cm ściśnięcia piersi dla standardowego pacjenta przy zdjęciu z wykorzystaniem kratki przeciwrzproszeniowej.

W tomografii komputerowej

Iloczyn dawka – długość DLP w Tomografii Komputerowej

$$DLP = \int_L D(z) dz \quad [Gy \cdot m]$$

gdzie:

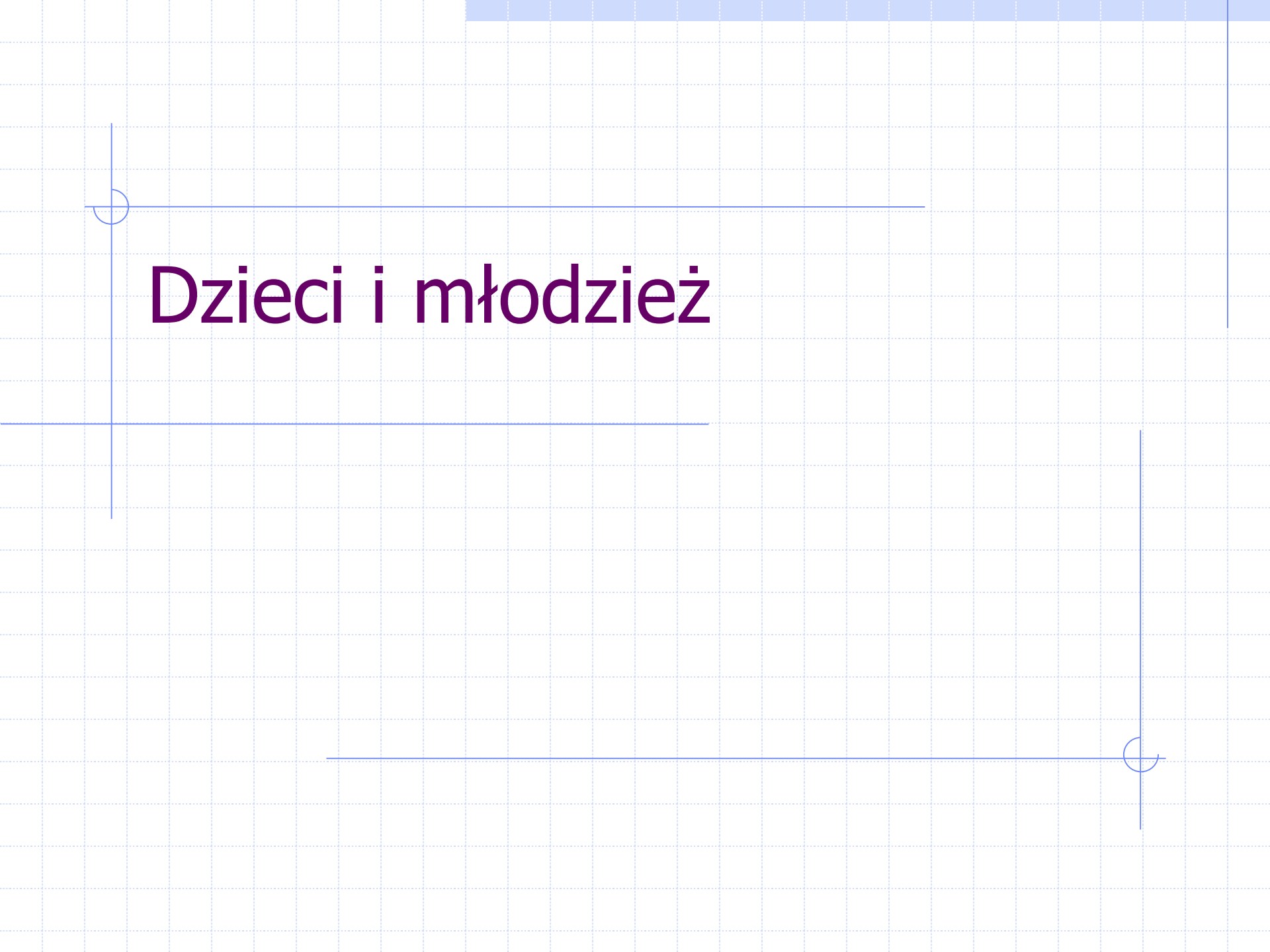
$D(z)$ – rozkład dawki pochłoniętej wzdłuż osi obrotu skanera CT (osi z) dla jednego pełnego obrotu (360°).

Tomograficzny indeks dawki, $CTDI_{100}$:

$$CTDI_{100} = \frac{1}{N \cdot s} \int_{-50mm}^{+50mm} D(z) dz \quad [Gy]$$

gdzie:

$D(z)$ – rozkład dawki pochłoniętej wzdłuż osi obrotu skanera CT (osi z) dla jednego pełnego obrotu (360°), s – nominalna szerokość warstwy, N – liczba warstw przypadająca na jeden obrót

The background is a light blue grid. A solid blue horizontal line spans the width of the page. A solid blue vertical line is positioned on the left side. A small blue circle is located at the intersection of these two lines. Another solid blue horizontal line is located near the bottom of the page. A solid blue vertical line is positioned on the right side. A small blue circle is located at the intersection of these two lines.

Dzieci i młodzież

Specyfika związana z narażeniem dzieci na promieniowanie jonizujące w porównaniu z pacjentami dorosłymi

- ◆ Wielokrotnie większa wrażliwość tkanek na promieniowanie jonizujące.
- ◆ Inne rozmieszczenie tkanek wrażliwych na promieniowanie jonizujące (np. czerwony szpik kostny)
- ◆ Inne właściwości tkanek i narządów (większe uwodnienie tkanek, niektóre elementy kośćca mają jeszcze strukturę chrzęstną)
- ◆ Mały rozmiar i niska masa ciała.
- ◆ Przewidywany dłuższy czas życia po ekspozycji
- ◆ Różna wielkość pacjentów
- ◆ Zachowanie pacjentów (brak współpracy, ruchliwość, niepokój)

Dawka jaką otrzymuje dziecko

- ◆ w większym stopniu zależy od masy dziecka niż od wieku
- ◆ u chłopców bardziej wrażliwa jest głowa
- ◆ u dziewczynek bardziej wrażliwy jest brzuch
- ◆ u dzieci możemy obniżyć parametry ekspozycji a obraz będzie taki sam

Rozmieszczenie szpiku kostnego

Rozmieszczenie czerwonego szpiku kostnego:	głowa	kończyny dolne	miednica
Noworodek	30 %	25 %	10 %
Dziecko 5-letnie	20 %	25 %	20 %
Dorosły	10 %	10 %	35 %

PODSTAWOWE RÓŻNICE W WYKONYWANIU BADAŃ Z PUNKTU WIDZENIA OCHRONY PRZED PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM

- ◆ DOROSŁY – zalecane stosowanie
- ◆ DZIECKO – ograniczenie stosowania:

- kratka przeciwrzproszeniowa
- system AEC
- automatyczna kolimacja

CZYNNIKI MAJĄCE WPŁYW NA DAWKĘ U DZIECI

- ◆ oznaczenie zdjęcia
- ◆ kontrola fizycznych parametrów urządzeń
- ◆ stosowanie materiałów o małym pochłanianiu
- ◆ unieruchomienie dziecka
- ◆ ograniczenie wiązki promieniowania
- ◆ osłony na narządy i części ciała
- ◆ warunki ekspozycji, filtracja
- ◆ zestaw folia – błona
- ◆ gęstość optyczna zdjęcia
- ◆ ilość wykonanych zdjęć
- ◆ proces wywoływania
- ◆ warunki oceny zdjęcia
- ◆ analiza zdjęć odrzuconych

KRATKA PRZECIWROZPROSZENIOWA

- ◆ ma za zadanie poprawić jakość obrazu
- ◆ zwiększa dawkę otrzymywaną przez pacjenta
- ◆ nie powinna być stosowana tam, gdzie udział promieniowania rozproszonego w tworzeniu obrazu rtg nie odgrywa istotnej roli lub do diagnozy wystarczy gorsza jakość obrazu
- ◆ badania z kratką:
 - powyżej 6 miesięcy - brzuch, kręgosłup
 - powyżej 2 lat - miednica
 - powyżej 8 lat – klatka piersiowa
 - powyżej 18 lat - fluoroskopia

OGRANICZENIE WIĄZKI PROMIENIOWANIA (KOLIMACJA)

- ◆ zbyt duże ograniczenie wiązki promieniowania powoduje konieczność powtórzenia zdjęcia
- ◆ zbyt małe ograniczenie wiązki promieniowania powoduje:
 - pogorszenie jakości zdjęcia wskutek zwiększenia ilości promieniowania rozproszonego
 - zwiększenie dawki otrzymanej przez dziecko w stopniu znacznie większym niż przez dorosłego
- ◆ nie należy rozszerzać wiązki promieniowania więcej niż o 2 cm od wielkości minimalnej (1 cm dla noworodków)
- ◆ nie należy stosować systemu automatycznej kolimacji
- ◆ na zdjęciu powinny być widoczne nienaświetlone paski przy brzegach filmu

FILTRACJA

- ◆ w radiologii pediatricznej należy stosować dodatkową filtrację odpowiadającą 1 mm Al i 0,1 mm Cu (lub 0,2 mm Cu)

OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM

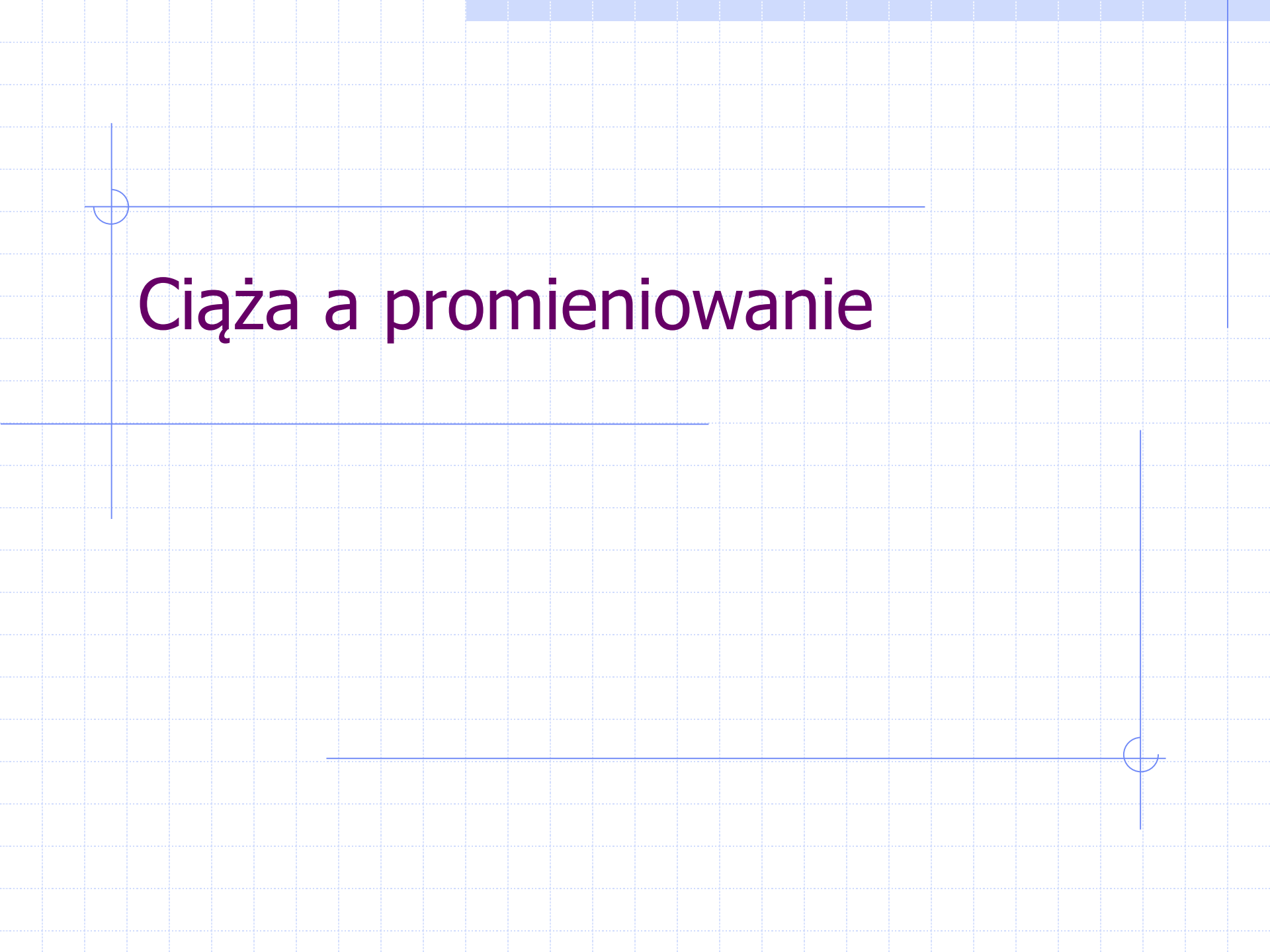
- ◆ we wszystkich badaniach należy stosować osłony z gumy ołowiowej, która powinna być położona na granicy badanego obszaru
- ◆ szczególnie chronione powinny być gonady jeżeli leżą bliżej niż 5 cm od krawędzi wiązki
- ◆ każda pracownia powinna posiadać osłony na gonady w różnych rozmiarach dla dziewcząt i chłopców
- ◆ zaleca się stosowanie diafragm nakładanych lub montowanych w przysłonach głębinowych
- ◆ należy również chronić oczy, gruczoły piersiowe, tarczycę – szczególnie w badaniach tomograficznych

UNIERUCHOMIENIE DZIECKA

- ◆ Sprzęt do unieruchamiania powinien umożliwiać:
 - unieruchomienie pacjenta
 - prawidłowe ustawienie i skolimowanie wiązki promieniowania
 - zastosowanie osłon dla części ciała nie będącej obiektem badania
 - powinien być łatwy w użyciu i nie powinien być zbyt uciążliwy dla pacjenta
- ◆ Działanie i konieczność użycia sprzętu do unieruchamiania należy wytłumaczyć opiekunom
- ◆ Personel pracowni rtg może przytrzymywać pacjenta tylko w ostateczności

Unieruchomienie: bobiks, worek z piaskiem, chusty, taśmy etc.



The background features a light blue grid. A vertical blue line is positioned on the left side. A horizontal blue line crosses the grid, with a small blue circle at its left end. Another horizontal blue line is located below the first one, with a small blue circle at its right end. The title text is centered between these two horizontal lines.

Ciąża a promieniowanie

Przypomnienie

- ◆ **Najbardziej wrażliwe na promieniowanie są komórki szybko dzielące się (proliferujące) oraz nisko zróżnicowane (niewyspecjalizowane)**
- ◆ Tyczy się to także zarodków i płodów, które posiadają wiele komórek macierzystych oraz charakteryzują się bardzo intensywnym wzrostem

Obowiązujące zasady

- ◆ Zarodek i płód należy zawsze traktować jako promieniowrażliwy i maksymalnie odizolować od dużych dawek promieniowania
- ◆ Niskie dawki, np. od podwyższonego tła naturalnego, nie wpływają na rozwój ciąży
- ◆ Zasady ochrony radiologicznej nie zalecają kobietom w ciąży poddawania się badaniom medycznym (np. RTG) chyba, że występuje zagrożenie życia

Praktyka

- ◆ Należy unikać napromienienia kobiety w ciąży, w szczególności brzucha
- ◆ Jednakże niektóre zdjęcia rentgenowskie (np. zębów) naświetlają jedynie wybrane fragmenty ciała i nie zagrażają dziecku
- ◆ Decyzja o przeprowadzeniu badania należy ostatecznie do lekarza – to on musi zdecydować co jest ważniejsze

Niskie dawki

- ◆ Nie zaobserwowano wpływu niskich dawek na przebieg ciąży
- ◆ Podobnie nie zaobserwowano odstępstw wśród tzw. ofiar Czarnobyla
- ◆ Najczęstszy skutek napromienienia dużą dawką (>1 Sv) – obumarcie zarodka/płodu

Ciąża a badania stomatologiczne

- ◆ Szacuje się, iż ok. 18% porodów przedwczesnych i porodów zakończonych urodzeniem dziecka z niską masą urodzeniową związane jest z chorobami przyzębia i stanami zapalnymi jamy ustnej u matki
- ◆ Obszar naświetlania w radiodiagnostyce stomatologicznej jest ograniczony do głowy i szyi, a więc **całkowicie bezpieczny**. Zasadnicze znaczenie ma kolimacja wiązki oraz osłona macicy ciężarnej
- ◆ **Stosowane w radiodiagnostyce stomatologicznej dawki nie mają szkodliwego wpływu na płód i wg Amerykańskiego Towarzystwa Ginekologów i Położników mogą być bezpiecznie stosowane u kobiet ciężarnych**

RTG – restrykcyjne przepisy

- ◆ „PACJENTKI BĘDĄCE W CIAŻY SĄ ZOBIGOWANE DO POWIADOMIENIA LEKARZA O SWOIM STANIE PRZED WYKONANIEM BADANIA RTG.”
- ◆ „Wykonywanie badań rentgeno-
diagnostycznych u kobiet w ciąży ogranicza się do niezbędnych przypadków, jeżeli te badania nie mogą być wykonane po rozwiązaniu”

Kobieta - pracownik

- ◆ Gdy kobieta, będąca pracownicą, zajdzie w ciążę, wówczas:
 - Musi zostać całkowicie odsunięta od **otwartych** źródeł promieniowania (także na czas karmienia piersią)
 - Musi być zapewnione, iż płód nie otrzyma dawki większej niż 1 mSv, co wiąże się zazwyczaj z przesunięciem kadrowym



Ryzyko radiacyjne

Ryzyko radiacyjne

- ◆ Wg rozporządzenia Ministra Zdrowia z dn. 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej:
- ◆ *„ryzyko radiacyjne - prawdopodobieństwo wystąpienia określonego szkodliwego efektu zdrowotnego w wyniku narażenia na promieniowanie jonizujące; ryzyko obejmuje także nasilenie i charakter niepożądanych następstw”*

Ryzyko radiacyjne

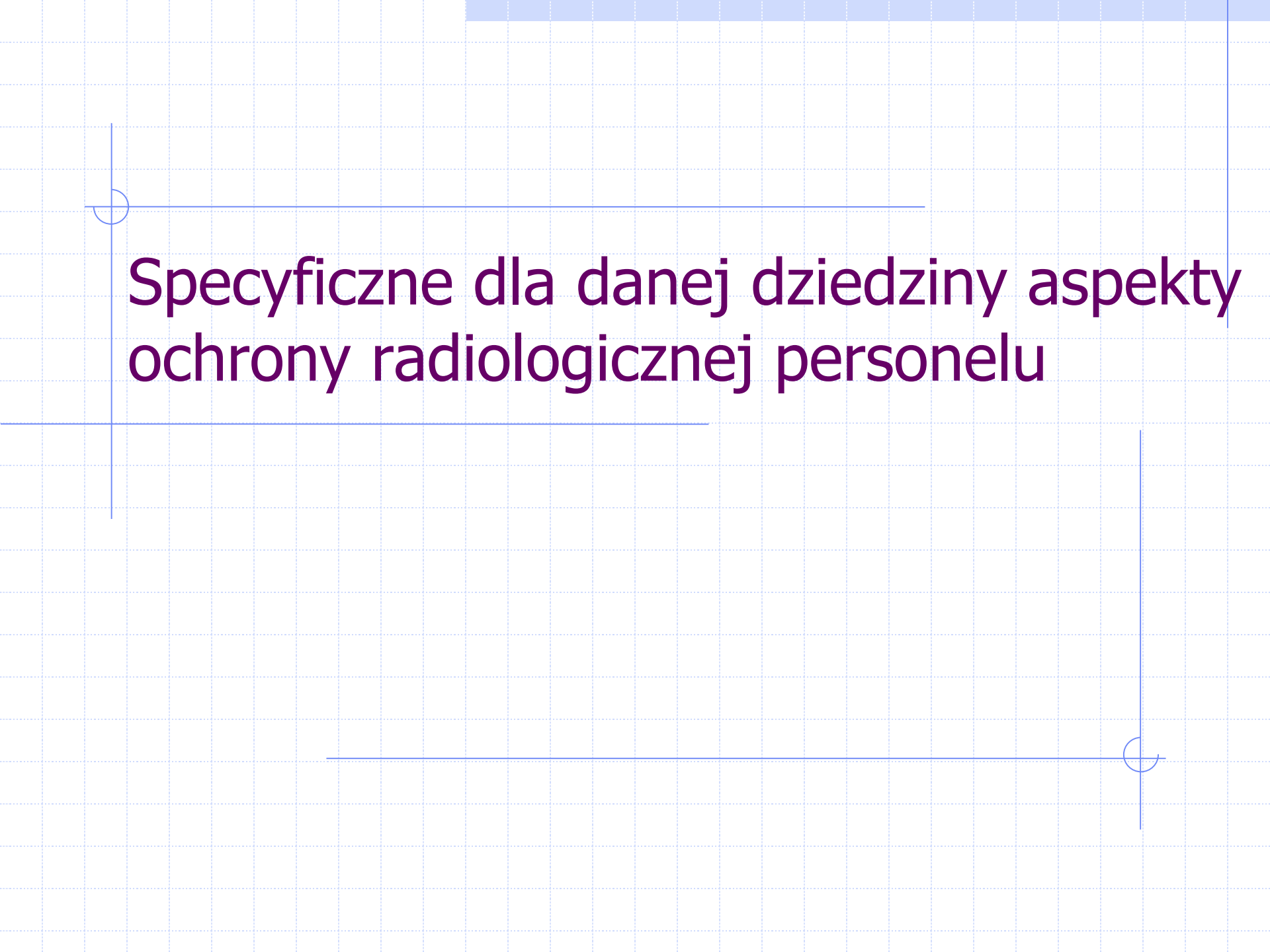
- ◆ Wg prawa ryzyko radiacyjne, opierając się na hipotezie LNT, rośnie liniowo wraz z dawką
- ◆ Określono przez to dopuszczalne dawki graniczne (patrz osobna prezentacja)
- ◆ Wynika też z tego zasada ALARA
- ◆ Jednak z punktu widzenia najnowszych badań naukowych, hipoteza liniowa (LNT) jest błędna

Ryzyko radiacyjne - przypomnienie

- ◆ Na podstawie danych z Hiroszimy i Nagasaki przyjmuje się **ryzyko wystąpienia śmiertelnego nowotworu** (skutek stochastyczny) jako:

5% / 1 Sv

- ◆ Jednakże jest to głęboko dyskusyjne w obszarze niskich dawek...



Specyficzne dla danej dziedziny aspekty
ochrony radiologicznej personelu

3 główne zasady ograniczenia ekspozycji na promieniowanie

◆ Osłona

◆ Czas naświetlania

◆ Odległość



ZASADA PIERWSZA: Osłona przed promieniowaniem

W medycynie

- ◆ W zdjęciach RTG używa się m.in. kołnierzy ołowianych (ochrona rdzenia kręgowego i tarczycy)
- ◆ ołowiane płytki w ustach przy RTG zębów
- ◆ Grubsze osłony stosuje się na gonady (**równoważne min. 1 mm ołowiu**)
- ◆ Kamizelki ołowiane na tułów
- ◆ Etc.



ZASADA DRUGA: Ograniczenie czasu naświetlania

Ograniczenie czasu naświetlania

- ◆ Otrzymana dawka promieniowania zależy wprost od czasu naświetlania
- ◆ **Zmniejszając czas ekspozycji zmniejszamy dawkę**
- ◆ W przepisach zaleca się możliwie najkrótszy czas ekspozycji w czasie badań/eksperymentów, np. przenosząc źródło promieniowania przetrzymujemy je w pojemniku etc.



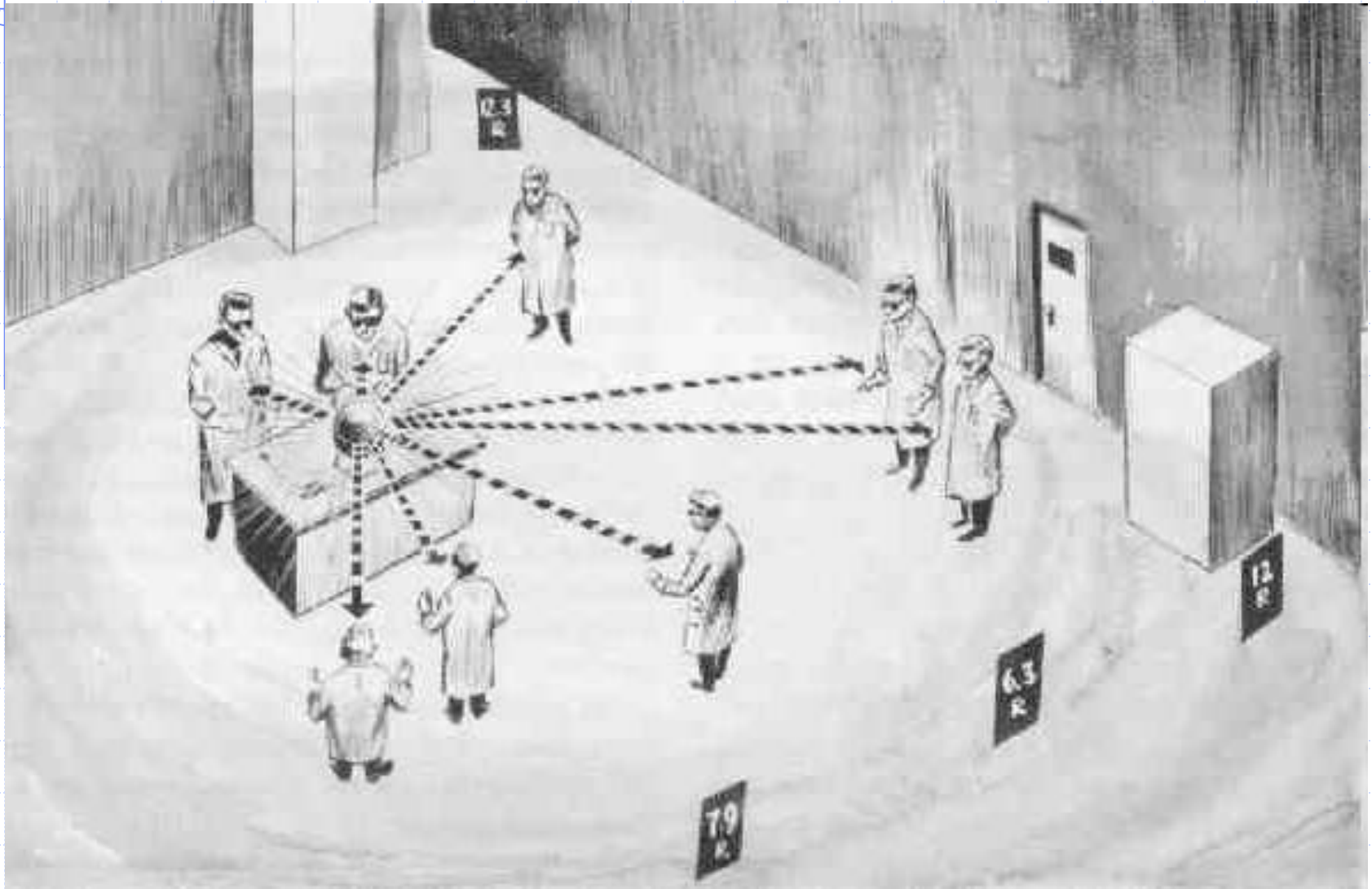
ZASADA TRZECIA

Odległość od źródła

Odległość od źródeł punktowych

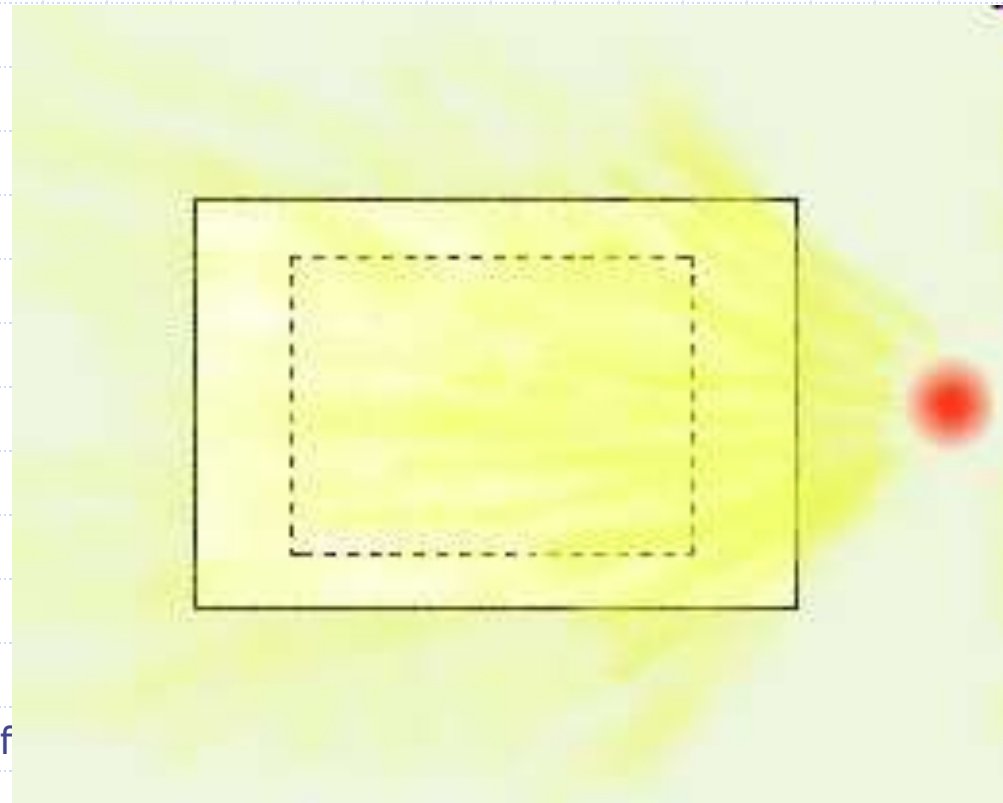
- ◆ Źródło punktowe emituje promieniowanie we wszystkie strony, sferycznie
- ◆ **Natężenie promieniowania zmienia się wraz z kwadratem odległości**
- ◆ Przykład: oddalając się dwukrotnie od źródła otrzymamy czterokrotnie mniejszą dawkę

Wypadek w Los Alamos (1946) – L. Slotin



Gabaryty ciała

- ◆ Na małych odległościach od źródła znaczenie mają także rozmiary ciała
- ◆ Większą dawkę otrzymają narządy bliższe źródłu



Źródła skolimowane

- ◆ Przykład: lampa rentgenowska lub akcelerator
- ◆ Wiązka promieniowania mimo wszystko jest rozbieżna – **zasada odległości także jest słuszna**
- ◆ Natężenie promieniowania spada o 95% ok. centymetr* od granicy bocznej wiązki
 - (w zależności od parametrów lampy)

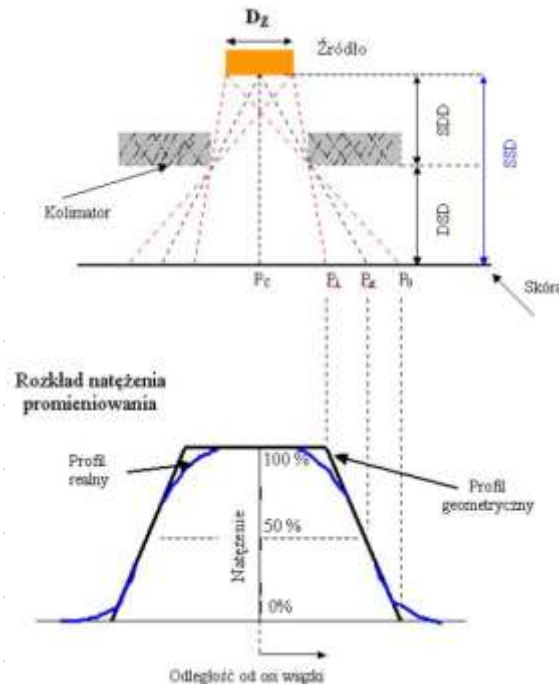
Źródła skolimowane

granica boczna wiązki

wiązka

rozbieżność wiązki

źródło
(np. lampa rentgenowska)



The background features a light blue grid. A solid blue horizontal line spans the width of the slide, with a small blue circle at its left end. Another solid blue horizontal line is positioned below the title. A solid blue vertical line runs down the right side of the slide, with a small blue circle at its bottom end. A horizontal blue line segment is located near the bottom of the slide, starting from the left and ending near the vertical line on the right.

Dawki graniczne

Dawki graniczne

- ◆ Dawki graniczne obejmują sumę dawek pochodzących od narażenia zewnętrznego i wewnętrznego.
- ◆ Dawki graniczne nie obejmują narażenia na promieniowanie naturalne, jeżeli narażenie to nie zostało zwiększone w wyniku działalności człowieka.
- ◆ Dawek granicznych nie stosuje się do osób poddawanych działaniu promieniowania jonizującego w celach medycznych (czyli pacjentów)
- ◆ Suma dawek promieniowania jonizującego dla pracowników oraz ogółu ludności, pochodzących od wszystkich rodzajów wykonywanej działalności łącznie, nie może, zastrzeżeniem art. 19 ust. 1 (narażenie szczególne) i art. 20 ust. 2 i 3 (narażenie wyjątkowe) ustawy Prawo atomowe, przekraczać dawek granicznych. Tylko sumę narażenia rutynowego i narażenia przypadkowego porównuje się z dawkami granicznymi.

Dawki graniczne – c.d.

- ◆ Przekroczenie którejkolwiek z dawek granicznych powoduje konieczność skierowania pracownika, przez kierownika jednostki organizacyjnej, na badania lekarskie.
- ◆ Dalsza praca w warunkach narażenia wymaga zgody uprawnionego lekarza, który sprawuje nadzór medyczny nad tym pracownikiem.
- ◆ Brak powyższej zgody jest równoznaczny ze stwierdzeniem u pracownika objawów wskazujących na powstanie choroby zawodowej.
- ◆ Dawki otrzymane w wyniku narażenia szczególnego oraz wyjątkowego nie mogą być podstawą odsunięcia pracownika od dalszej pracy zawodowej bez jego zgody chyba, że uprawniony lekarz zdecyduje inaczej.
- ◆ **Narażenie wyjątkowe:** awaria (do 100 mSv), ratowanie życia (do 500 mSv) - w tego typu zdarzeniach biorą udział jedynie ochotnicy

Kategorie narażenia pracowników

- ◆ Ustawa Prawo atomowe definiuje nam dawki graniczne poprzez wprowadzenie kategorii pracowników:
 - **Kategoria A** – pracownicy, którzy mogą być narażeni na dawkę efektywną **przekraczającą 6 mSv/rok**
 - **Kategoria B** - pracownicy, którzy mogą być narażeni na dawkę efektywną **przekraczającą 1 mSv/rok** i nie zostali zaliczeni do kategorii A
- ◆ Przepisy w tym zakresie podlegają okresowym zmianom, a więc za każdym razem należy upewnić się co do ich obowiązywania

Kategorie pracowników – c.d.

- ◆ Pracownicy kategorii A podlegają ocenie narażenia na podstawie pomiarów dawek indywidualnych. W przypadku, gdy pomiar dawki indywidualnej jest niemożliwy lub niewłaściwy, ocena dawki indywidualnej może być dokonana na podstawie wyników pomiarów dawek indywidualnych przeprowadzonych dla innych narażonych pracowników tej kategorii albo na podstawie wyników pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy.
- ◆ Pracownicy kategorii B podlegają ocenie narażenia na podstawie pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy w sposób pozwalający stwierdzić prawidłowość zaliczenia pracowników do tej kategorii. Zezwolenie na działalność może zawierać obowiązek oceny narażenia na podstawie pomiarów dawek indywidualnych dla kat. B – i bardzo często tak się dzieje (np. w rentgenodiagnostyce)
- ◆ Zaliczenia pracowników do kategorii A lub B dokonuje kierownik jednostki organizacyjnej

Typy narażenia

- ◆ **narażenie rutynowe** – narażenie powstałe w wyniku wykonywania rutynowych czynności,
- ◆ **narażenie przypadkowe** – narażenie powstałe na skutek przypadku, nie dotyczy narażenia wyjątkowego
- ◆ **narażenie szczególne** – narażenie powstałe w szczególnych przypadkach, z wyłączeniem zdarzeń radiacyjnych – narażenie spowodowane wykonywaniem określonego zadania w określonym miejscu pracy i w określonym czasie przez pracowników kategorii A za ich zgodą i za zgodą Prezesa PAA – nie mają tutaj zastosowania dawki graniczne

Narażenie wyjątkowe

- ◆ Narażenie powstałe podczas usuwania skutków zdarzenia radiacyjnego lub prowadzenia działań interwencyjnych mających na celu:
 - ratowanie życia ludzkiego,
 - zapobieżenie poważnej utracie zdrowia,
 - uniknięcie dużego napromieniowania znacznej liczby osób,
 - zapobieżenie katastrofie na większą skalę
- ◆ nie mają tutaj zastosowania dawki graniczne; należy jednak dołożyć wszelkich starań, żeby osoba uczestnicząca w ratowaniu życia ludzkiego nie otrzymała dawki efektywnej przekraczającej **500 mSv**, a w pozostałych działaniach – **100 mSv**. Osobami podejmującymi powyższe działania, mogą być wyłącznie ochotnicy poinformowani wcześniej o związanym z ich działaniem ryzyku dla zdrowia

Dawki graniczne

– kompleksowe zestawienie

dla źródeł sztucznych poza medycznych

Dawka graniczna [mSv/rok]	Pracownicy		Uczniowie, studenci i praktykanci w wieku 16-18 lat	Osoby z ogółu ludności
	Kategoria A	Kategoria B		
Dawka efektywna (całe ciało)	20 ^a	6	6	1
Dawka równoważna dla soczewek oczu	20 ^a	15	15	15
Dawka równoważna dla skóry (na cm ²)	500	150	150	50
Dawka równoważna dla dłoni, przedramion, stóp i kostek	500	150	150	nie zdefiniowano

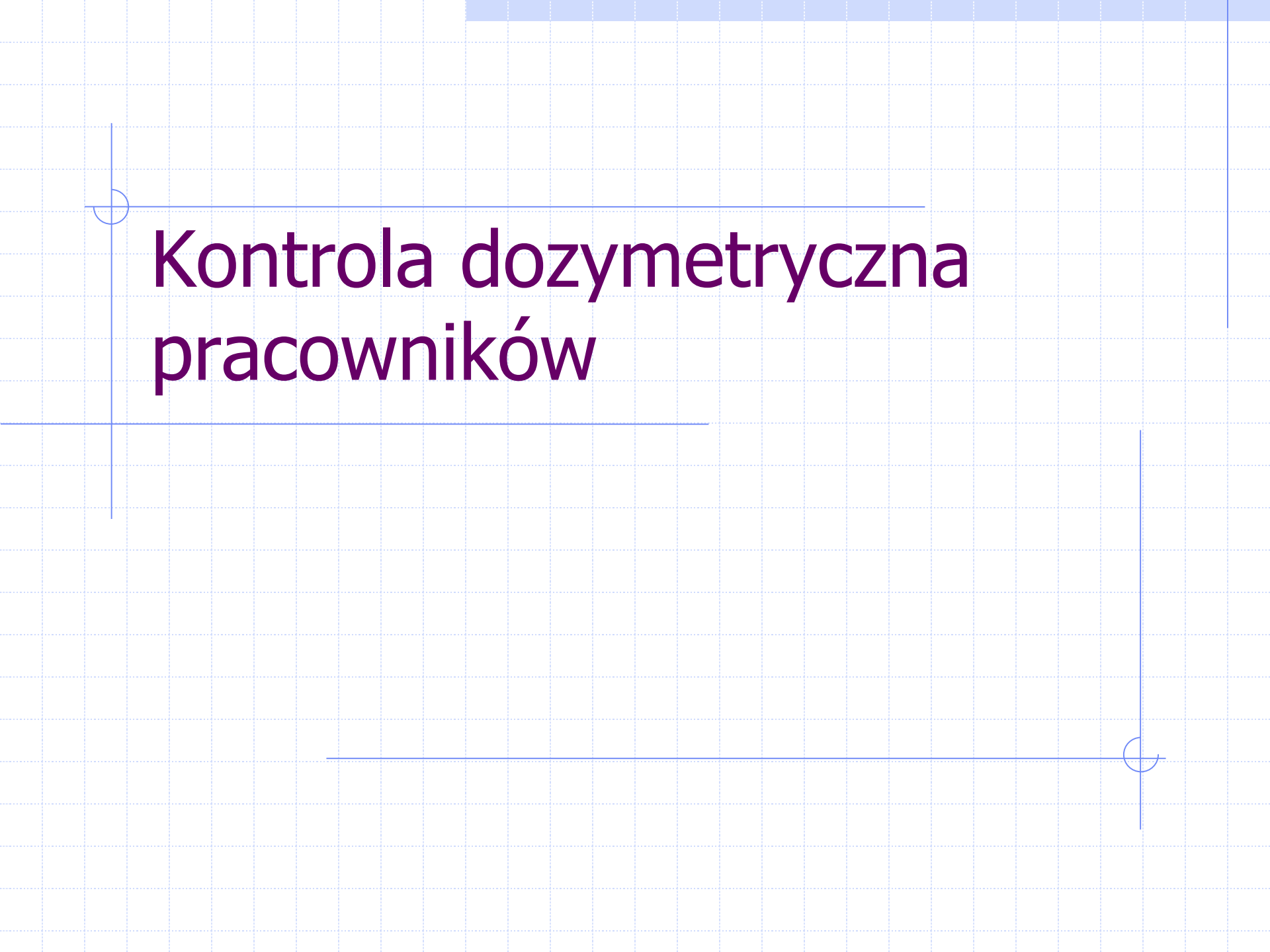
a – dawka może być w danym roku kalendarzowym przekroczona do wartości 50 mSv pod warunkiem uzyskania zgody PAA/GIS, oraz średnia dawka roczna w ciągu 5 lat nie przekroczy 20 mSv

Dodatkowe limity w rentgenodiagnostyce medycznej

- ◆ Pracownicy gabinetu rentgenowskiego nie mogą otrzymać więcej niż:
 - 6 mSv/rok w gabinecie (tam, gdzie aparat!)
 - 3 mSv/rok w pracowni, ale poza gabinetem
 - 0,5 mSv/rok poza pracownią
- ◆ Osoby z ogółu ludności:
 - 0,5 mSv/rok poza pracownią
 - 0,1 mSv/rok poza pracownią, gdy budynek jest mieszkalny!

Pamiętajmy!

- ◆ Dawki graniczne **nie** odnoszą się do promieniowania naturalnego
(chyba, że zostało sztucznie zwiększone działalnością człowieka)
- ◆ Dawki graniczne **nie** odnoszą się do dawek otrzymywanych w wyniku procedur medycznych (gdy jesteśmy pacjentami)
- ◆ Gdy jesteśmy pracownikami – **już tak!**



Kontrola dozymetryczna pracowników

Kontrola środowiska pracy

- ◆ Istnieją dwa prawne systemy kontroli dozymetrycznej środowiska pracy:
 - Dozymetr środowiskowy – urządzenie mierzące narażenie na promieniowanie, umieszczone w eksponowanym miejscu w pomieszczeniu (np. na ścianie)
 - Dozymetr osobisty – urządzenie mierzące narażenie na promieniowanie, umieszczone na wybranym miejscu ciała człowieka

Osobisty czy środowiskowy?

- ◆ O tym, jaki dozymetr powinien być użyty, informuje nas:
 - Rodzaj kategorii pracownika (A lub B)
 - Treść zezwolenia na działalność – może zawierać wymóg używania dozymetru osobistego mimo kategorii B

Obszary narażenia

- ◆ Na podstawie tych samych kryteriów, według których określa się kategorie pracowników A i B (patrz dawki graniczne), wyróżnia się następujące tereny:
 - **Teren nadzorowany** – gdy istnieje ryzyko otrzymania dawek większych niż 1 mSv/rok (jak w kategorii B)
 - **Teren kontrolowany** – gdy istnieje ryzyko otrzymania dawek większych niż 6 mSv/rok (jak w kategorii A)

Dodatkowa kontrola

- ◆ Kontrolę dodatkową stanowią urządzenia mierzące poziom promieniowania (moc dawki), jednakże nie mogą one zastąpić dozymetru środowiskowego ani osobistego
- ◆ Np. licznik Geigera-Mueller
- ◆ Często urządzenia te stosuje się przy testach aparatury

Osobista kontrola dozymetryczna

- ◆ Zasadniczo na podstawie noszonego dozymetru ocenia się dawkę skuteczną raz na kwartał
- ◆ Dozymetr, zazwyczaj TLD, OSL lub dozymetr fotometryczny (zwany fotodozymetrem lub „fotofilmem”) nosi się na piersi, **pod fartuchem i osłonami (!)**
- ◆ Ważne jest, którą stroną się go nosi (chyba, że jest zaprojektowany na obie strony)



Dawki równoważne

- ◆ Dawki na oczy: dozymetry u nasady okularów
- ◆ Dawki na dłonie: dozymetry w formie bransolet oraz pierścionków
- ◆ Dawki na nogi: dozymetry w formie opasek na nogi/stopy

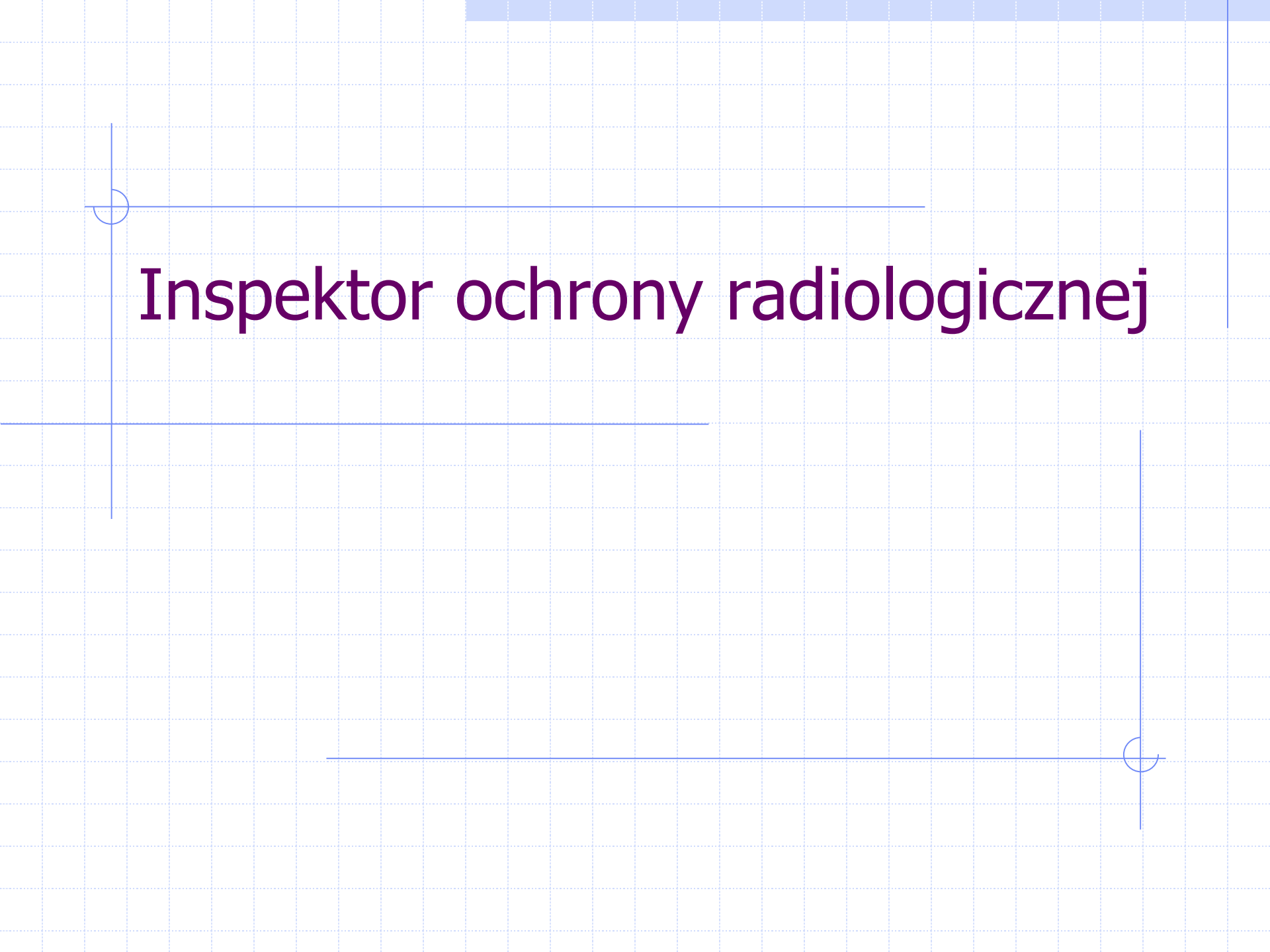


Odczyty dozymetrów

- ◆ Zasadniczo raz na kwartał, w niektórych przypadkach raz na miesiąc
- ◆ Odczytu dokonuje akredytowane laboratorium
- ◆ Inspektor ochrony radiologicznej może jedynie dokonać wstępnej operacyjnej oceny dawki, która nie ma mocy prawnej
- ◆ Z tego powodu (plus cena!) powszechnie używa się dozymetrów TLD i fotometrycznych

Dokumentacja

- ◆ Każdy pracownik powinien posiadać kartę (ewidencję) otrzymanych dawek
- ◆ Dokumenty z odczytami z akredytowanego laboratorium
- ◆ Za stan odpowiada kierownik jednostki organizacyjnej, a wewnętrznie nadzoruje inspektor ochrony radiologicznej
- ◆ Centralny Rejestr Dawek PAA
- ◆ Paszport Dozymetryczny

The background is a light blue grid. There are several blue lines and circles: a vertical line on the left, a horizontal line near the top, a horizontal line below the title, and a vertical line on the right. Small blue circles are placed at the intersections of these lines. A solid blue rectangular bar is at the top right.

Inspektor ochrony radiologicznej

Kto może się ubiegać o uprawnienia inspektora?

- ◆ Uprawnienia typu R lub S nadaje się osobie, która posiada staż pracy przy źródłach X co najmniej:
 - Roczny, w przypadku osób posiadających wykształcenie:
 - ◆ Wyższe
 - ◆ Średnie (technik elektroradiologii)
 - Trzyletni – dla osób z wykształceniem średnim
- ◆ Staż pracy nie jest wymagany, jeśli w programie studiów wyższych znalazły się zagadnienia z zakresu dozymetrii i ochrony radiologicznej (wraz z zajęciami praktycznymi w warunkach narażenia) w minimalnym wymiarze 30 godzin wykładów i 30 godzin ćwiczeń
- ◆ Pozostałe wymagania:
 - Osoba posiada pełną zdolność do czynności prawnych (pisemne oświadczenie)
 - Dokumenty potwierdzające posiadane wykształcenie
 - Orzeczenie lekarskie o braku przeciwwskazań do pracy w warunkach narażenia
 - Ksero dowodu tożsamości
 - Przejście kursu
- ◆ Osoba może być zwolniona z kursu, gdy:
 - Posiada ważne uprawnienia w dniu złożenia wniosku o dopuszczenie do egzaminu
 - W ciągu ostatnich 5 lat ukończyły studia wyższe (analogiczne jak w punkcie 2)

Obowiązki inspektora o.r.

- ◆ Wewnętrzny nadzór nad przestrzeganiem przez jednostkę ochrony zdrowia warunków ochrony radiologicznej związanych z prowadzoną działalnością (według instrukcji pracy)
- ◆ Nadzór nad prowadzeniem dokumentacji dotyczącej ochrony radiologicznej
- ◆ Nadzór nad działaniem sygnalizacji ostrzegawczej i prawidłowym oznakowaniem miejsc
- ◆ Nadzór nad wykonywaniem podstawowych i specjalistycznych testów wewnętrznej kontroli parametrów aparatury
- ◆ Nadzór nad aparaturą dozymetryczną
- ◆ Nadzór nad warunkami dopuszczenia pracowników do pracy oraz ich **szkoleniami w dziedzinie ochrony radiologicznej**
- ◆ Dokonywanie **wstępnej oceny narażenia pracowników** (kontrola indywidualna lub w środowisku pracy)
- ◆ Informowanie pracowników o otrzymanych dawkach, monitorowanie ich poziomu, wyjaśnianie wzrostu etc.

Obowiązki inspektora – c.d.

- ◆ Pełna współpraca z **kierownikiem jednostki organizacyjnej**, służbą BHP oraz Ppoż w zakresie ochrony radiologicznej
- ◆ Występowanie z propozycjami zmian do kierownika celem ulepszenia ochrony radiologicznej
- ◆ Nadzór nad postępowaniem wynikającym z **zakładowego planu postępowania awaryjnego** (na wypadek zdarzenia radiacyjnego)
- ◆ Nadzór nad dokumentacją
- ◆ Ustalenie wyposażenia jednostki ochrony zdrowia w odpowiednie środki ochrony radiologicznej pacjentów i pracowników (np. osłony, aparatura dozymetryczna)
- ◆ Jeśli wyniki pomiarów na to wskazują, występowanie z wnioskiem do kierownika o zmianę warunków pracy
- ◆ Sprawdzanie kwalifikacji pracowników w zakresie ochrony radiologicznej
- ◆ Występowanie z wnioskiem do kierownika o wprowadzenie zmian w instrukcji pracy

Uprawnienia inspektora

- z Prawa atomowego

- ◆ Do zakresu **uprawnień** inspektora ochrony radiologicznej oraz inspektora ochrony radiologicznej w pracowniach stosujących aparaty rentgenowskie do celów diagnostyki medycznej, radiologii zabiegowej, radioterapii powierzchniowej i radioterapii schorzeń nienowotworowych należy:
 - 1) występowanie do kierownika jednostki organizacyjnej z wnioskiem o zmianę warunków pracy pracowników, w szczególności w sytuacji, gdy wyniki pomiarów dawek indywidualnych uzasadniają taki wniosek;
 - 2) wydawanie kierownikowi jednostki organizacyjnej opinii, w ramach badania i sprawdzania urządzeń ochronnych i przyrządów pomiarowych, w zakresie skuteczności stosowanych środków i technik ochrony przed promieniowaniem jonizującym oraz sprawności i właściwego użytkowania przyrządów pomiarowych;
 - 3) **sprawdzanie kwalifikacji pracowników** w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej i występowanie z wynikającymi z tego wnioskami do kierownika jednostki organizacyjnej;
 - 4) występowanie do kierownika jednostki organizacyjnej z wnioskiem o wprowadzenie zmian w instrukcjach pracy, jeżeli wnioskowane zmiany nie zwiększają limitów użytkowych dawki określonych w zezwoleniu.

Ochrona radiologiczna pacjenta

(z ustawy Prawo atomowe)

Ochrona radiologiczna pacjenta

- ◆ ochrona radiologiczna pacjenta – zespół czynności i ograniczeń zmierzających do zminimalizowania narażenia pacjenta na promieniowanie jonizujące, które nie będzie nadmiernie utrudniało lub uniemożliwiało uzyskania pożądanych i uzasadnionych informacji diagnostycznych lub efektów leczniczych;

Ochrona radiologiczna pacjenta

- ◆ Właściwe badanie i leczenie przy użyciu promieniowania jonizującego wymaga **optymalizacji ochrony radiologicznej pacjenta** przed jego niepożądanym działaniem.
- ◆ Optymalizacja ochrony radiologicznej pacjenta jest także realizowana przez redukcję do minimum badań niepotrzebnie powtarzanych i wadliwie wykonanych.
- ◆ W radioterapii optymalizacja ochrony radiologicznej pacjenta wymaga możliwie maksymalnej ochrony przed promieniowaniem zdrowych narządów i tkanek przy realizacji napromienienia objętości tarczowej przepisaną dawką leczniczą, zaaplikowaną w takim reżimie czasowym, który zapewni jej maksymalną skuteczność (wyleczalność choroby).

Przykładowe pytania egzaminacyjne z państwowych egzaminów na inspektora ochrony radiologicznej oraz z ochrony radiologicznej pacjenta

Suplement do wykładu (do końca prezentacji)

Z arkusza egzaminacyjnego „S”

1	Promieniowanie X to promieniowanie:	A	elektromagnetyczne
		B	niejonizujące
		C	UV
2	Promieniowanie X powstaje w wyniku:	A	hamowania na anodzie szybko pędzących elektronów emitowanych z katody
		B	W jądrze helu
		C	Zderzenia dwóch atomów
3	Promieniowanie X przechodząc przez ośrodek:	A	ulega zjawisku fotosyntezy
		B	jest absorbowane i rozpraszane
		C	A i B
4	Kratka przeciwwrozproszeniowa ma za zadanie „wyeliminowanie”:	A	promieniowania pierwotnego
		B	promieniowania ubocznego
		C	promieniowania rozproszonego
5	Jednostką dawki pochłoniętej jest:	A	R (rentgen)
		B	Bq (bekerel)
		C	Gy

6	Dawka ekspozycyjna jest:	A	miarą pochłaniania promieniowania przez wodę
		B	miarą stopnia jonizacji powietrza przez przechodzące przez nie promieniowanie X lub γ
		C	ilością energii dE promieniowania jonizującego pochłoniętą przez jednostkę masy dm materii
7	Dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące, w ciągu roku, dawka graniczna wyrażona jako równoważnik dawki wynosi dla soczewek oczu:	A	150 mSv
		B	50 mSv
		C	500 mSv
8	Uprawnienia IOR ważne są przez okres:	A	4 lat
		B	5 lat
		C	3 lat
9	Do wczesnych skutków somatycznych zaliczamy:	A	recesywne mutacje genowe
		B	nowotwory złośliwe
		C	chorobę popromienną
10	Skutki deterministyczne charakteryzują się:	A	Dawką progową
		B	Brakiem dawki progowej
		C	Brakiem zależności nasilenia objawów od dawki
11	Jak z odległością zmienia się moc dawki promieniowania rtg:	A	proporcjonalnie do odległości
		B	odwrotnie proporcjonalnie do odległości
		C	odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości

12	Pomiary dawek indywidualnych dokonywane są przez podmioty posiadające:	A	zezwozenie Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki
		B	zezwozenie Państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego
		C	akredytację zgodnie z odpowiednimi przepisami
13	Ile wynosi dawka graniczna na całe ciało dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące?	A	6 mSv w ciągu roku kalendarzowego
		B	20 mSv w ciągu kolejnych 12 miesięcy
		C	50 mSv w ciągu roku kalendarzowego
14	Największe narażenie personelu na promieniowanie jonizujące występuje w pracowni:	A	radiologii interwencyjnej
		B	stomatologicznej
		C	mammograficznej
15	Wewnętrzny nadzór nad przestrzeganiem wymagań ochrony radiologicznej sprawuje:	A	kierownik jednostki organizacyjnej
		B	inspektor ochrony radiologicznej
		C	zakładowy inspektor bhp
16	Osoby zatrudnione w narażeniu na promieniowanie jonizujące mogą otrzymać dawkę 50mSv w danym roku pod warunkiem że dawka za okres 5 lat nie przekroczy	A	10 mSv
		B	100 mSv
		C	50 mSv
17	Uprawnienia inspektora ochrony radiologicznej nadaje:	A	Minister Zdrowia
		B	Główny Inspektor Sanitarny
		C	Prezes PAA

18	Inspektor ochrony radiologicznej ma obowiązek szkolić współpracowników oraz sprawdzać ich kwalifikacje w zakresie znajomości zasad ochrony radiologicznej przy stosowaniu promieniowania rentgenowskiego	A	tak
		B	takie uprawnienia posiada kierownik pracowni
		C	takie uprawnienia ma odpowiednia komisja
19	Gabinet rentgenowski jest to pomieszczenie:	A	w którym znajduje się co najmniej jedno stanowisko rentgenowskie
		B	w którym opisuje się zdjęcia rentgenowskie
		C	W którym dokonuje się obróbki zdjęcia
20	Wysokość gabinetu rentgenowskiego nie może być mniejsza niż:	A	3 m
		B	2,8 m
		C	2,5 m
21	Aparat rtg montuje się w taki sposób aby był swobodny dostęp do pacjenta z co najmniej:	A	Dwóch stron
		B	Trzech stron
		C	Jednej strony
22	Wentylacja w gabinecie rtg powinna zapewniać:	A	1,5 - krotną wymianę powietrza na godz.
		B	4 – krotną wymianę powietrza na godz.
		C	Mechaniczną z 3 – krotną wymianą powietrza na godz.
23	Długość przewodu ruchomego z przyciskiem do zdalnego wyzwalania ekspozycji, musi wynosić co najmniej:	A	2 m
		B	2,5 m
		C	3 m

24	Kategoria „B” obejmuje pracowników, którzy mogą być narażeni w ciągu roku na dawkę skuteczną przekraczającą:	A	0,5 mSv
		B	1 mSv
		C	6 mSv
25	Zdjęcia stomatologiczną mogą wykonywać:	A	Asystent stomatologiczny
		B	Lekarz radiolog, lekarz stomatolog, technik elektroradiologii
		C	higienistka
26	Jeżeli w czasie wykonywania radiografii zachodzi konieczność podtrzymywania pacjenta, czynność tę wykonuje:	A	Technik elektroradiologii
		B	Lekarz radiolog, lekarza stomatologa
		C	Osoba, która ukończyła 18 lat, nie jest w ciąży;
27	Nadzór nad dokumentacją obowiązującą w Pracowni sprawuje:	A	IOR
		B	Osoba pracująca w rejestracji
		C	Lekarz radiolog
28	Osłony na gonady są wykonane z materiału o równoważniku co najmniej:	A	0,5 mm Pb
		B	1,0 mm Pb
		C	0,25 mm Pb
29	Grubości ścian i stropów w pracowni rtg może być obliczana na podstawie:	A	Ustawy Prawo atomowe
		B	Polskiej Normy PN-86/J-80001
		C	Dokumentów Komisji Europejskiej „Radiation Protection”.
30	Audyt wewnętrzny w zakładach opieki zdrowotnej, w których wykonywane są zabiegi z zakresu radiologii interwencyjnej, przeprowadza się nie rzadziej niż:	A	Co dwa lata
		B	co pół roku, a także w razie doraźnej potrzeby.
		C	Jeden raz w roku

3 pytania problemowe

- ◆ Proszę opisać procedurę uzyskania zezwolenia na otwarcie pracowni rtg ogólnodiagnostycznej.
- ◆ Proszę opisać różnice pomiędzy dawką równoważną a skuteczną.
- ◆ Proszę wymienić lub opisać, co powinna zawierać dokumentacja systemu zarządzania jakością w pracowni rtg.

Z arkusza egzaminacyjnego „R”

Lp.	Pytanie	Odpowiedź	
1	Przestrzeganie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej nadzoruje:	A	kierownik jednostki organizacyjnej
		B	inspektor bhp
		C	inspektor ochrony radiologicznej
2	Promieniowanie X to:	A	Promieniowanie elektromagnetyczne
		B	jądra helu
		C	neutrony
3	Reakcje rozszczepienia możliwe są tylko dla:	A	bardzo lekkich jąder pierwiastków
		B	pierwiastków ze środka układu okresowego
		C	bardzo ciężkich jąder pierwiastków
4	Zewnętrzne oświetlenie negatoskopu, mierzone na jego powierzchni:	A	Nie przekracza 50 luksów
		B	Przekracza 50 luksów
		C	Nie przekracza 25 luksów

5	Odległość źródła promieniowania (lampy rtg) od najbliższej ściany wynosi:	A	Co najmniej 0,5 m;
		B	Co najmniej 1,5 m;;
		C	Co najmniej 2,0 m;;
6	W pracowni rentgenowskiej powinien być zapewniony z pacjentem:	A	Kontakt wzrokowy
		B	Kontakt głosowy
		C	A i B
7	Jednostką efektywnego równoważnika dawki jest:	A	[Bq]
		B	[C/kg]
		C	[Sv]
8	Jednostką mocy dawki pochłoniętej jest:	A	Siwert na sekundę [Sv/s]
		B	Grey na sekundę [Gy/s]
		C	Bekerel na godzinę [Bq/h]
9	Napromieniowanie, którego elementu komórki jest najbardziej szkodliwe :	A	kwasy tłuszczowe
		B	hemoglobina
		C	DNA
10	Dawka graniczna dla osób nie narażonych zawodowo, wyrażona jako efektywny równoważnik dawki w ciągu 12 miesięcy wynosi na całe ciało:	A	1 mSv
		B	5 mSv
		C	1.5 mSv
11	Dawka graniczna dla soczewek oczu dla osób narażonych zawodowo, wyrażona jako efektywny równoważnik dawki w ciągu 12 miesięcy wynosi:	A	150 mSv
		B	500 mSv
		C	100 mSv
12	Brak obecność dawki progowej postuluje się w przypadku efektów:	A	stochastycznych
		B	Niestochastycznych
		C	A i B

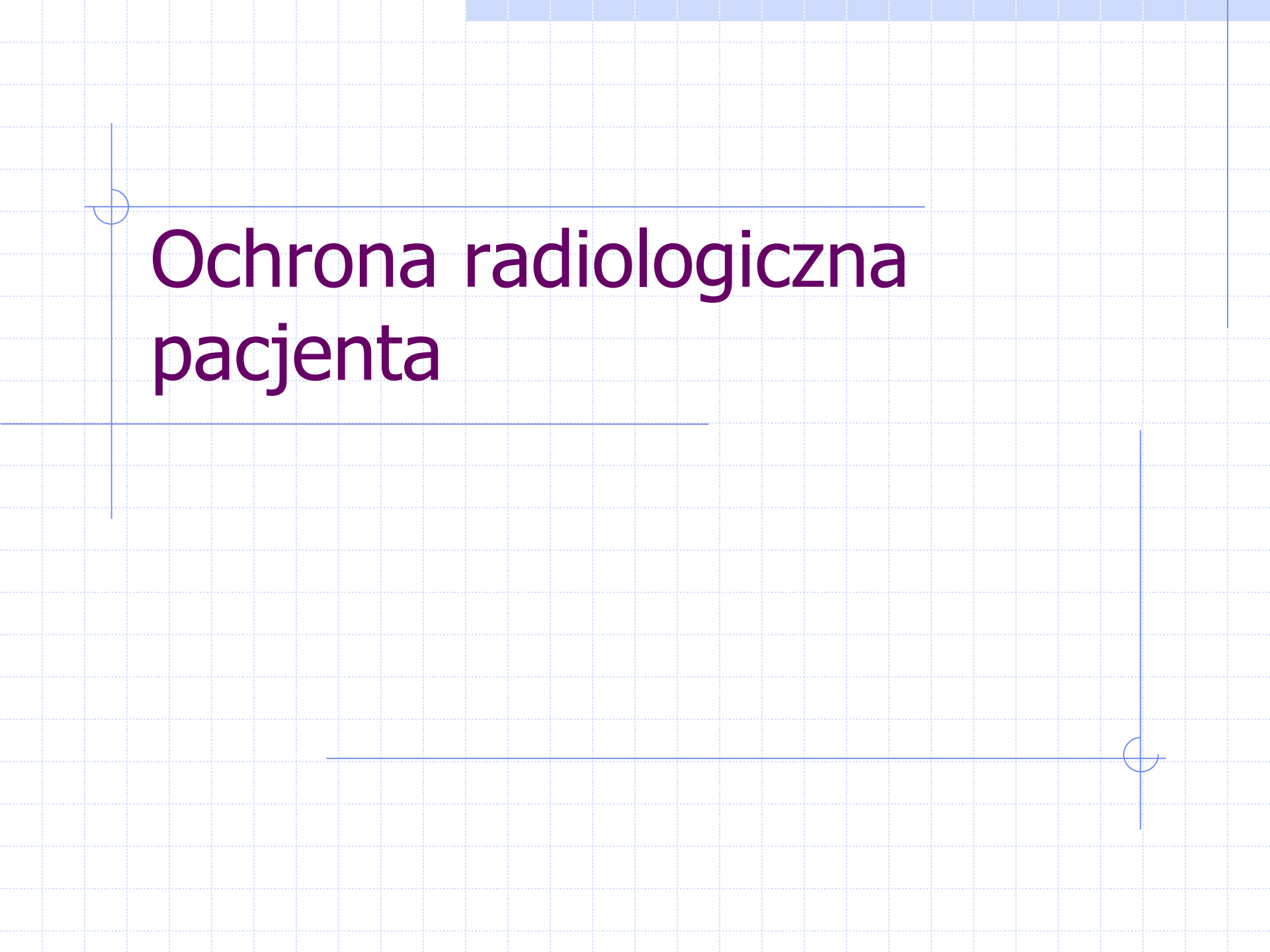
13	Komisję do przeprowadzenia klinicznego audytu wewnętrznego powołuje?	A	Kierownik Pracowni rtg
		B	Minister Zdrowia
		C	Kierownik jednostki ochrony zdrowia
14	Promieniowanie X nazywamy:	A	promieniowaniem hamowania
		B	promieniowaniem charakterystycznym
		C	A i B
15	Za przestrzeganie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej odpowiada:	A	inspektor ochrony radiologicznej
		B	inspektor bhp
		C	kierownik jednostki organizacyjnej
16	Ocenie narażenia na podstawie pomiarów dawek indywidualnych nie podlegają:	A	pracownicy kategorii B
		B	pacjenci
		C	pracownicy kategorii A
17	Który z dawkomierzy osobistych umożliwia bezpośrednie określenie dawki otrzymanej podczas pracy w narażeniu na promieniowanie jonizujące?	A	dawkomierz fotometryczny
		B	dawkomierz termoluminescencyjny
		C	dawkomierz półprzewodnikowy (cyfrowy)
18	W celu ograniczenia narażenia personelu na promieniowanie jonizujące należy:	A	stosować osłony
		B	minimalizować czas przebywania w pobliżu źródła promieniowania i zachowywać możliwie jak największą odległość od tego źródła
		C	stosować wszystkie środki i sposoby wymienione w punktach A i B
19	Aparaty rtg montuje się tak, aby był swobodny dostęp do pacjenta:	A	Co najmniej z dwóch stron
		B	Co najmniej z 3 stron
		C	Ze wszystkich stron

20	Zezwolenia na uruchamianie i stosowanie aparatów rentgenowskich do celów medycznych wydaje:	A	Prezes Państwowej Agencji Atomistyki
		B	Państwowy Wojewódzki Inspektor Sanitarny
		C	Wojewódzki Konsultant do Spraw Radiologii
21	Bez skierowania mogą być wykonane badania z zastosowaniem promieniowania jonizującego:	A	Tomografii komputerowej
		B	nie można wykonywać badań bez skierowania
		C	przesiewowe, densytometrii kości i stomatologiczne z wyłączeniem pantomograficznych oraz w przypadku bezpośredniego zagrożenia życia
22	W pracowni rentgenowskiej, w widocznym miejscu należy umieścić informację o konieczności powiadomienia rejestratorki i operatora aparatu rentgenowskiego, przed wykonaniem badania, o:	A	pełnoletności pacjenta
		B	cięży pacjentki
		C	zatrudnieniu pacjenta w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące
23	Kto jest uprawniony do medycznej oceny zdolności do pracy w narażeniu na promieniowanie jonizujące:	A	Lekarze Medycyny Pracy
		B	Lekarze, którzy posiadają specjalizację w dziedzinie medycyny pracy po zaliczeniu odpowiedniego przeszkolenia w jednostce badawczo-rozwojowej w dziedzinie medycyny pracy
		C	Lekarze zakładowi

24	Ocenie narażenia na promieniowanie jonizujące prowadzonej na podstawie systematycznych pomiarów dawek indywidualnych podlegają:	A	Pracownicy kategorii A zawsze, a pracownicy kategorii B wówczas, jeżeli taki warunek zawiera zezwolenie wydane dla pracowni
		B	Tylko pracownicy kategorii A;
		C	Pracownicy kategorii A i kategorii B
25	Minimalna powierzchnia gabinetu rentgenowskiego z ogólnodiagnostycznym aparatem rentgenowskim nie może być mniejsza niż:	A	15 m kw.
		B	10 m kw.
		C	8 m kw.
26	Wniosek o nadanie uprawnień dla inspektora ochrony radiologicznej w pracowniach rtg składa się do Głównego Inspektora Sanitarnego w terminie do	A	12 miesięcy od dnia zdania egzaminu
		B	18 miesięcy od dnia zdania egzaminu
		C	6 miesięcy od dnia zdania egzaminu
27	Najważniejszym środkiem ochrony indywidualnej w pracowni rtg są:	A	Fartuchy z gumy ołowiowej
		B	Dozymetry osobiste
		C	Drzwi obite blachą ołowiową
28	W których z wymienionych badań rtg pacjent otrzyma największą dawkę w przeliczeniu na całe ciało	A	Tomografia komputerowa
		B	Zdjęcie stomatologiczne
		C	Badanie mammograficzne
29	Wentylacja w gabinecie rtg powinna zapewniać:	A	1,5 - krotną wymianę powietrza na godz.
		B	4 – krotną wymianę powietrza na godz.
		C	Mechaniczną z 3 – krotną wymianą powietrza na godz.
30	Audyt wewnętrzny w zakładach opieki zdrowotnej, w których wykonywane są zabiegi z zakresu radiologii interwencyjnej, przeprowadza się nie rzadziej niż:	A	Co dwa lata
		B	co pół roku, a także w razie doraźnej potrzeby.
		C	Jeden raz w roku

3 pytania problemowe

- ◆ Wymień minimum 5 obowiązków IOR.
- ◆ Wymień minimum 5 dokumentów, jakie powinny znajdować się w pracowni RTG w oryginale lub w uwierzytelnionych odpisach.
- ◆ Wymień co powinien zawierać program bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w pracowni RTG?

The background features a light blue grid. A solid blue line runs horizontally across the upper third of the slide. Another solid blue line runs horizontally across the middle of the slide. A vertical blue line runs down the left side, and another runs down the right side. Small blue circles are positioned at the intersections of these lines: one at the top-left, one at the bottom-right, and one at the intersection of the middle horizontal line and the left vertical line.

Ochrona radiologiczna pacjenta

Przykładowe pytania egzaminacyjne – Arkusz 1

Lp.	Pytanie	Odpowiedź
1.	Do najbardziej wrażliwych na promieniowanie należą komórki:	A O najmniejszym stopniu zróżnicowania morfologicznego i czynnościowego oraz wykazujące największą aktywność podziału.
		B O największym stopniu zróżnicowania morfologicznego i czynnościowego oraz wykazujące najmniejszą aktywność podziału.
		C O najmniejszym stopniu zróżnicowania morfologicznego i czynnościowego oraz wykazujące najmniejszą aktywność podziałową.
2.	Promieniowanie rentgenowskie oddziałuje z materią poprzez zjawiska:	A Zjawisko hamowania elektronów i Comptona.
		B Zjawisko fotoelektryczne, wywołanie zjawiska promieniowania charakterystycznego.
		C Zjawisko Comptona, zjawisko fotoelektryczne
3.	Wartości dawek granicznych, wyrażonych jako dawki skuteczne (efektywne), dla osób narażonych zawodowo na promieniowanie jonizujące i osób z ogółu ludności wynoszą:	A Osoby narażone zawodowo 20 mSv/rok. Osoby z ogółu ludności 1 mSv/rok.
		B Osoby narażone zawodowo 50 mSv/rok. Osoby z ogółu ludności 5 mSv/rok.
		C Osoby narażone zawodowo 20 mSv/rok. Osoby z ogółu ludności 5 mSv/rok.
4.	Dawka pochłonięta to:	A Iloraz średniej energii przekazanej określonej masie materii przez promieniowanie jonizujące.
		B Dawka obrazująca całkowite narażenie organizmu przy równomiernym, jak i nierównomiernym napromieniowaniu narządów (tkanek).
		C Iloczyn średniej dawki indywidualnej w danej grupie osób i liczby tych osób.
5.	Wewnętrzny nadzór nad przestrzeganiem wymagań ochrony radiologicznej sprawuje:	A kierownik jednostki organizacyjnej
		B inspektor ochrony radiologicznej
		C zakładowy inspektor bhp

6.	Fartuch ochronny z gumy ołowiowej zakłada się podczas badania rtg, aby:	A	Unieruchomić pacjenta.
		B	Zmniejszyć dawkę promieniowania jonizującego, którą otrzyma pacjent podczas badania rtg.
		C	Oślonić pacjenta przed wiązką promieniowania, na wypadek niewłaściwego skierowania lampy rtg na części ciała nie będące przedmiotem badania.
7.	Dawka promieniowania maleje wraz ze:	A	Wzrostem odległości od źródła promieniowania i skróceniem czasu ekspozycji.
		B	Zmniejszeniem odległości od źródła promieniowania i skróceniem czasu ekspozycji.
		C	Wzrostem napięcia na lampie rtg
8.	Aparat rtg montuje się w taki sposób, aby był swobodny dostęp z co najmniej:	A	Dwóch stron
		B	Trzech stron
		C	Jednej strony
9.	Kratkę przeciwrzproszeniową podczas ekspozycji w rentgenodiagnostyce używa się celem:	A	Zmniejszenie rozproszeń na ścianach pomieszczenia.
		B	Poprawy kontrastu a tym samym jakości obrazu uzyskanego na kliszy.
		C	Wydłużenia czasu użytkowania lampy rentgenowskiej.
10.	Natężenie promieniowania X z lampy rentgenowskiej zależy od:	A	kwadratu napięcia (U^2) pomiędzy anodą i katodą.
		B	nie zależy od napięcia.
		C	producenta lampy.

Lp.	Pytanie	Odpowiedź
11.	Widmo promieniowania rentgenowskiego X z lampy jest widmem:	A Tylko ciągłym.
		B Ciągłym i charakterystycznym.
		C Tylko charakterystycznym.
12.	Aparat rentgenowski do celów radiologii zabiegowej powinien automatycznie przerwać ekspozycję:	A po 5 minutach
		B co 10 minut
		C po 10 minutach
13.	Instrukcja (ochrony radiologicznej) pracy ze źródłami promieniowania rentgenowskiego określa szczegółowe postępowanie w zakresie:	A ochrony radiologicznej pracowników i pacjentów
		B Tylko pracowników
		C Ogółu ludności
14.	Pracownia rentgenowska powinna być oznakowana tablicą:	A Czarna „koniczynka” na żółtym tle z napisem „PRACOWNIA RENTGENOWSKA”.
		B Czerwona „koniczynka” na żółtym tle bez napisu.
		C Czerwona „koniczynka” na żółtym tle z napisem „PRACOWNIA RENTGENOWSKA”.
15.	Za przestrzeganie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej odpowiedzialny jest:	A Kierownik jednostki organizacyjnej wykonującej działalność związaną z narażeniem.
		B Kierownik pracowni rentgenowskiej.
		C Inspektor ochrony radiologicznej.
16.	Do wczesnych skutków somatycznych zaliczamy:	A Recesywne mutacje genowe.
		B Nowotwory złośliwe.
		C Przewlekłą chorobę popromienną.
17.	Radioliza wody jest stadium oddziaływania promieniowania jonizującego na komórkę:	A Fizycznym.
		B Fizykochemicznym.
		C Chemicznym.
18.	Moc dawki zmienia się z odległością:	A Proporcjonalnie od odległości.
		B Odwrotnie proporcjonalnie do odległości.
		C Odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości.

Lp.	Pytanie	Odpowiedź	
19.	Najważniejszym środkiem ochrony indywidualnej w pracowni rtg są:	A	Dozymetry indywidualne
		B	Fartuch z gumy ołowiowej
		C	Drzwi obite blachą ołowiową.
20.	U kobiet w okresie płodności w przypadku nierozpoznanej ciąży można wykonywać procedury z zakresu radiologii zabiegowej:	A	można wykonać
		B	wyłącznie po uzyskaniu oświadczenia pacjentki, że nie jest w ciąży
		C	wyłącznie po uzyskaniu negatywnego testu ciążowego, przeprowadzonego u pacjentki przed podjęciem decyzji o zabiegu
21.	Obecność dawki progowej postuluje się w przypadku efektów:	A	Stochastycznych.
		B	Niestochastycznych.
		C	Stochastycznych i niestochastycznych.
22.	W celu ograniczenia narażenia personelu na promieniowanie jonizujące należy:	A	Stosować osłony.
		B	Minimalizować czas przebywania w pobliżu źródła promieniowania i zachowywać możliwie jak największą odległość od tego źródła.
		C	Stosować wszystkie środki i sposoby wymienione w punktach A i B.
23.	Przekroczenie poziomu referencyjnego dawki dla badania rentgenodiagnostycznego	A	nie jest dozwolone
		B	może zachodzić w każdych warunkach
		C	jest dozwolone jedynie w określonych przypadkach (wskazania medyczne, budowa pacjenta itp.)

Lp.	Pytanie	Odpowiedź	
24.	Bez skierowania mogą być wykonane badania z zastosowaniem promieniowania jonizującego:	A	Mammograficzne, stomatologiczne, densytometryczne w przypadku bezpośredniego zagrożenia życia.
		B	Nie można wykonywać badań bez skierowania.
		C	Przesiewowe, stomatologiczne z wyłączeniem <u>pantomograficznych</u> oraz w przypadku bezpośredniego zagrożenia życia.
25.	W pracowni rentgenowskiej, w widocznym miejscu należy umieścić informację o konieczności powiadomienia rejestratorki i operatora aparatu rentgenowskiego, przed wykonaniem badania, o:	A	Pełnoletności pacjenta.
		B	Ciąży pacjentki.
		C	Zatrudnienia pacjenta w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące.
26.	Negatoskopy umieszcza się w taki sposób aby:	A	Wzajemnie na siebie nie oddziaływały
		B	Nie było wpływu oświetlenia zewnętrznego
		C	Odpowiedzi A i B są poprawne
27.	Osoby wykonujące procedury z zakresu radiologii zabiegowej podlegają indywidualnej kontroli dawek otrzymywanych przez skórę dłoni	A	nie ma takiej konieczności
		B	tak
		C	nie
28.	RBE – względna skuteczność biologiczna promieniowania, to:	A	Miara skuteczności jakiegoś promieniowania w porównaniu ze skutecznością standardowych promieni X o energii <u>250 keV</u> .
		B	Energia promieniowania przekazana materii podczas przebycia przez cząstkę promieniowania danej drogi przez materię.
		C	Stopień pochłaniania energii przez żywy organizm z uwzględnieniem skutków biologicznych jakie wywołują różne rodzaje promieniowania.

29.	Do najbardziej wrażliwych na promieniowanie należą komórki:	A	O najmniejszym stopniu zróżnicowania morfologicznego i czynnościowego oraz wykazujące największą aktywność podziału.
		B	O największym stopniu zróżnicowania morfologicznego i czynnościowego oraz wykazujące najmniejszą aktywność podziału.
		C	O najmniejszym stopniu zróżnicowania morfologicznego i czynnościowego oraz wykazujące najmniejszą aktywność podziałową.
30.	Bezpośrednie działanie promieniowania jonizującego zachodzi:	A	Gdy jonizacja lub wzbudzenie zachodzi w ważnej biologicznie cząsteczce.
		B	Zjawisko pierwotne dotyczy innej cząsteczki, która następnie reaguje z cząsteczką ważną biologicznie.
		C	Kluczowe znaczenie w patogenezie uszkodzeń odgrywają procesy reakcyjne wody.

Przykładowe pytania egzaminacyjne – Arkusz 2

Lp.	Pytanie	Odpowiedź	
1.	Testy specjalistyczne jako wewnętrzne testy kontroli jakości parametrów fizycznych urządzeń radiologicznych są wykonywane:	A	raz na rok
		B	co dwa lata
		C	po każdej istotnej naprawie urządzenia
2.	Rola całkowitej filtracji promieniowania X jest:	A	eliminacja niskoenergetycznego promieniowania X
		B	eliminacja wysokoenergetycznego promieniowania X
		C	wzbudzenie promieniowania charakterystycznego materiału filtru
3.	Wartości dawek granicznych, wyrażonych jako dawki skuteczne (efektywne), dla osób narażonych zawodowo na promieniowanie jonizujące i osób z ogółu ludności wynoszą:	A	Osoby narażone zawodowo 20 mSv/rok. Osoby z ogółu ludności 1 mSv/rok.
		B	Osoby narażone zawodowo 50 mSv/rok. Osoby z ogółu ludności 5 mSv/rok.
		C	Osoby narażone zawodowo 20 mSv/rok. Osoby z ogółu ludności 5 mSv/rok.

4.	Dawka pochłonięta to:	A	Iloraz średniej energii przekazanej określonej masie materii przez promieniowanie jonizujące.
		B	Dawka obrazująca całkowite narażenie organizmu przy równomiernym, jak i nierównomiernym napromieniowaniu narządów (tkanek).
		C	Iloczyn średniej dawki indywidualnej w danej grupie osób i liczby tych osób.
5.	Wentylacja w gabinecie rtg powinna zapewniać:	A	Co najmniej 1,5 - krotną wymianę powietrza na godz.
		B	4 – krotną wymianę powietrza na godz.
		C	mechaniczną z 3 – krotną wymianą powietrza na godz.
6.	Fartuch ochronny z gumy ołowiowej zakłada się podczas badania rtg, aby:	A	Unieruchomić pacjenta.
		B	Zmniejszyć dawkę promieniowania jonizującego, którą otrzyma pacjent podczas badania rtg.
		C	Oślonić pacjenta przed wiązką promieniowania, na wypadek niewłaściwego skierowania lampy rtg na części ciała nie będące przedmiotem badania.
7.	Dawka promieniowania maleje wraz ze:	A	Wzrostem odległości od źródła promieniowania i skróceniem czasu ekspozycji.
		B	Zmniejszeniem odległości od źródła promieniowania i skróceniem czasu ekspozycji.
		C	Wzrostem napięcia na lampie rtg
8.	Osoby zatrudnione w narażeniu na promieniowanie jonizujące mogą otrzymać dawkę 50mSv w danym roku pod warunkiem że dawka za okres 5 lat nie przekroczy	A	10 mSv
		B	100 mSv
		C	50 mSv

9.	Zastosowanie filtracji promieniowania rentgenowskiego powoduje dla pacjenta że:	A	otrzyma większą dawkę promieniowania,
		B	otrzyma mniejszą dawkę promieniowania,
		C	otrzymana dawka nie zmieni się.
10.	Zakładanie fartucha ochronnego przy wykonywaniu zdjęć zębów jest wymagane:	A	podczas ekspozycji na dolną szczękę,
		B	dla kobiet w ciąży, dzieci i młodzieży,
		C	dla wszystkich pacjentów.
11.	Widmo promieniowania rentgenowskiego X z lampy jest widmem:	A	Tylko ciągłym.
		B	Ciągłym i charakterystycznym.
		C	Tylko charakterystycznym.
12.	Lekarz może wypisać skierowanie na badania z zastosowaniem promieniowania jonizującego:	A	w każdych okolicznościach,
		B	dla osoby w wieku powyżej 16 lat,
		C	gdy zostały wyczerpane inne, nieinwazyjne metody dostarczenia informacji niezbędnej w leczeniu pacjenta.
13.	Instrukcja (ochrony radiologicznej) pracy ze źródłami promieniowania rentgenowskiego określa szczegółowe postępowanie w zakresie:	A	ochrony radiologicznej pracowników i pacjentów
		B	Tylko pracowników
		C	Ogółu ludności
14.	Pracownia rentgenowska powinna być oznakowana tablicą:	A	Czarna „koniczynka” na żółtym tle z napisem „PRACOWNIA RENTGENOWSKA”.
		B	Czerwona „koniczynka” na żółtym tle bez napisu.
		C	Czerwona „koniczynka” na żółtym tle z napisem „PRACOWNIA RENTGENOWSKA”.

15.	Za przestrzeganie wymagań bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej odpowiedzialny jest:	A	Kierownik jednostki organizacyjnej wykonującej działalność związaną z narażeniem.
		B	Kierownik pracowni rentgenowskiej.
		C	Inspektor ochrony radiologicznej.
16.	Powierzchnia gabinetu rentgenowskiego, w którym jest zainstalowany jeden aparat rentgenowski stomatologiczny nie może być mniejsza niż	A	8 m ²
		B	15 m ²
		C	10 m ²
17.	Radioliza wody jest stadium oddziaływania promieniowania jonizującego na komórkę:	A	Fizycznym.
		B	Fizykochemicznym.
		C	Chemicznym.
18.	Moc dawki zmienia się z odległością:	A	Proporcjonalnie od odległości.
		B	Odwrotnie proporcjonalnie do odległości.
		C	Odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości.
19.	Bezpośrednie działanie promieniowania jonizującego zachodzi:	A	Zjawisko pierwotne dotyczy innej cząsteczki, która następnie reaguje z cząsteczką ważną biologicznie.
		B	Gdy jonizacja lub wzbudzenie zachodzi w ważnej biologicznie cząsteczce.
		C	Kluczowe znaczenie w patogenezie uszkodzeń odgrywają procesy reakcyjne wody.
20.	W których z wymienionych badań rtg pacjent otrzyma większą dawkę	A	badanie pantomograficzne
		B	klasycznego wewnątrzustne zdjęcie zęba,
		C	przy obydwu badaniach jednakowe.
21.	Obecność dawki progowej postuluje się w przypadku efektów:	A	Stochastycznych.
		B	Niestochastycznych.
		C	Stochastycznych i niestochastycznych.

22.	W celu ograniczenia narażenia personelu na promieniowanie jonizujące należy:	A	Stosować osłony.
		B	Minimalizować czas przebywania w pobliżu źródła promieniowania i zachowywać możliwie jak największą odległość od tego źródła.
		C	Stosować wszystkie środki i sposoby wymienione w punktach A i B.
23.	Wysokość gabinetu rentgenowskiego nie może być mniejsza niż:	A	3 m
		B	2,8 m
		C	2,5 m
24.	Bez skierowania mogą być wykonane badania z zastosowaniem promieniowania jonizującego:	A	Mammograficzne, stomatologiczne, densytometryczne w przypadku bezpośredniego zagrożenia życia.
		B	Nie można wykonywać badań bez skierowania.
		C	Przesiewowe, stomatologiczne z wyłączeniem pantomograficznych oraz w przypadku bezpośredniego zagrożenia życia.
25.	W pracowni rentgenowskiej, w widocznym miejscu należy umieścić informację o konieczności powiadomienia rejestratorki i operatora aparatu rentgenowskiego, przed wykonaniem badania, o:	A	Pełnoletności pacjenta.
		B	Ciąży pacjentki.
		C	Zatrudnienia pacjenta w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące.
26.	Kobieta pracująca w narażeniu na promieniowanie jonizujące w chwili stwierdzenia, że jest w ciąży powinna być	A	Absolutnie odsunięta od pracy w narażeniu.
		B	Może pozostać na dotychczasowym stanowisku bez żadnych ograniczeń.
		C	Może pozostać na dotychczasowym stanowisku pod warunkiem, iż płód nie otrzyma dawki większej niż 1 mSv.

27.	Skutki stochastyczne promieniowania jonizującego to takie, które:	A	Mogą występować u osób bezpośrednio napromieniowanych lub u potomstwa i prawdopodobieństwo wystąpienia i stopień zależą od dawki.
		B	Mogą występować tylko u osób bezpośrednio napromieniowanych i prawdopodobieństwo wystąpienia jest wprost proporcjonalne do dawki.
		C	Mogą występować u osób bezpośrednio napromieniowanych lub u potomstwa, prawdopodobieństwo wystąpienia jest proporcjonalne do dawki.
28.	Zdjęcia stomatologiczną mogą wykonywać:	A	Asystent stomatologiczny
		B	Lekarz radiolog, lekarz stomatolog, technik elektroradiologii
		C	higienistka
29.	Do najbardziej wrażliwych na promieniowanie należą komórki:	A	O najmniejszym stopniu zróżnicowania morfologicznego i czynnościowego oraz wykazujące największą aktywność podziału.
		B	O największym stopniu zróżnicowania morfologicznego i czynnościowego oraz wykazujące najmniejszą aktywność podziału.
		C	O najmniejszym stopniu zróżnicowania morfologicznego i czynnościowego oraz wykazujące najmniejszą aktywność podziałową.
30.	Bezpośrednie działanie promieniowania jonizującego zachodzi:	A	Gdy jonizacja lub wzbudzenie zachodzi w ważnej biologicznie cząsteczce.
		B	Zjawisko pierwotne dotyczy innej cząsteczki, która następnie reaguje z cząsteczką ważną biologicznie.
		C	Kluczowe znaczenie w patogenezie uszkodzeń odgrywają procesy reakcyjne wody.

Przykładowe pytania egzaminacyjne – Arkusz 3

Lp.	Pytanie	Odpowiedź	
1	Podstawowe składniki atomu to:	A	elektron i neutrony
		B	jądro (część wewnętrzna) i krążące wokół elektrony
		C	jądro z dodatnimi elektronami i ujemne protony na powłokach protonowych
2	Narządy i tkanki najbardziej wrażliwe na promieniowanie jonizujące to:	A	Gonady, wątroba, tkanka nerwowa
		B	Gonady, wątroba, skóra
		C	Czerwony szpik kostny, jelito grube, płuca
3	Ekspozycja na promieniowanie jonizujące w celach medycznych jest uzasadniona:	A	Dostarczeniem przez placówkę ochrony zdrowia stosownych dokumentów dotyczących posiadanych kompetencji technicznych i merytorycznych w zakresie radiologii
		B	Posiadaniem przez placówkę ochrony zdrowia zezwolenia na posiadanie medycznej aparatury radiodiagnostycznej.
		C	Dostarczaniem korzyści, których dodatni bilans musi wynikać z przewagi potencjalnych korzyści diagnostycznych i leczniczych uzyskiwanych bezpośrednio przez pacjenta nad uszczerbkiem zdrowotnym, który ekspozycja u pacjenta może powodować
4	Zmniejszenie ilości promieniowania rozproszonego można osiągnąć przez:	A	zmniejszenie napięcia na lampie
		B	zwiększenie szerokości wiązki głównej
		C	wydłużenie czasu emisji promieniowania
5	Jednostką równoważnika dawki, dawki skutecznej i dawki równoważnej jest:	A	[Bq]
		B	[C/kg]
		C	[Sv]
6	Napromieniowanie, którego elementu komórki jest najbardziej szkodliwe:	A	kwasy tłuszczowe
		B	hemoglobina
		C	DNA
7	Dawka graniczna dla osób nie narażonych zawodowo, wyrażona jako dawka skuteczna (efektywna) w ciągu 12 miesięcy wynosi na całe ciało:	A	1 mSv
		B	5 mSv
		C	1.5 mSv

8	Skutki genetyczne oddziaływania promieniowania jonizującego to efekty:	A	stochastycznych
		B	niestochastycznych
		C	A i B
9	Z jakiego materiału najczęściej wykonywane są osłony przed promieniowaniem X w pracowni rentgenowskiej?	A	z parafiny
		B	z miedzi
		C	z ołowiu
10	Promieniowanie X (rentgenowskie) to:	A	promieniowanie hamowania
		B	promieniowanie charakterystyczne
		C	A i B
11	Za przestrzeganie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej odpowiada:	A	inspektor ochrony radiologicznej
		B	inspektor bhp
		C	kierownik jednostki organizacyjnej
12	Ocenie narażenia na podstawie pomiarów dawek indywidualnych nie podlegają:	A	pracownicy kategorii B
		B	pacjenci
		C	pracownicy kategorii A
13	Który z dawkomierzy osobistych umożliwia bezpośrednie określenie dawki otrzymanej podczas pracy w narażeniu na promieniowanie jonizujące?	A	dawkomierz fotometryczny
		B	dawkomierz termoluminescencyjny
		C	dawkomierz elektroniczny z wyświetlaczem
14	W celu ograniczenia narażenia personelu na promieniowanie jonizujące należy:	A	stosować osłony
		B	minimalizować czas przebywania w pobliżu źródła promieniowania i zachowywać możliwie jak największą odległość od tego źródła
		C	stosować wszystkie środki i sposoby wymienione w punktach A i B
15	Koszty wykonania testów wewnętrznych urządzenia radiologicznego (aparatu RTG) ponosi:	A	Ministerstwo Zdrowia
		B	Dostawca aparatury rentgenowskiej
		C	Podmiot użytkujący urządzenie radiologiczne
16	Powierzchnia gabinetu rentgenowskiego ze stomatologicznym aparatem rentgenowskim nie może być mniejsza niż:	A	10 m kw. (- 3%)
		B	8 m kw. (- 3%)
		C	8 m kw. (- 5%)
17	Zezwolenia na uruchamianie i stosowanie aparatów rentgenowskich do celów medycznych wydaje:	A	Prezes Państwowej Agencji Atomistyki
		B	Państwowy Wojewódzki Inspektor Sanitarny
		C	Wojewódzki Konsultant do Spraw Radiologii
18	Drzwi do pracowni rentgenowskiej są oznakowane:	A	Tablicą informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym (czarna „koniczynka” na żółtym tle)
		B	Tablicą informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym (czerwona „koniczynka” na żółtym tle)
		C	Nie ma potrzeby specjalnego oznaczania

19	Aparaty rtg montuje się tak, aby był swobodny dostęp do pacjenta:	A	Co najmniej z dwóch stron
		B	Co najmniej z 3 stron
		C	Ze wszystkich stron
20	Bez skierowania mogą być wykonane badania z zastosowaniem promieniowania jonizującego:	A	mammograficzne, stomatologiczne, densytometryczne oraz w przypadku bezpośredniego zagrożenia życia
		B	nie można wykonywać badań bez skierowania
		C	przesiewowe, densytometrii kości i stomatologiczne z wyłączeniem pantomograficznych oraz w przypadku bezpośredniego zagrożenia życia
21	W pracowni rentgenowskiej, w widocznym miejscu należy umieścić informację o konieczności powiadomienia rejestratorki i operatora aparatu rentgenowskiego, przed wykonaniem badania, o:	A	pełnoletności pacjenta
		B	cięży pacjentki
		C	zatrudnieniu pacjenta w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące
22	Podczas leczenia lub badania pacjent chroniony jest przez:	A	Właściwie zaprojektowane urządzenie emitujące promieniowanie jonizujące, osłony, działania administracyjne
		B	- podawanie środków radioochronnych i przeciwzapalnych.
		C	stosowanie osłon radiologicznych gabinetów, wykonywanie ekspozycji ze sterowni, wykonywanie ekspozycji zza parawanów radioochronnych.
23	W pracowni rentgenowskiej powinien być zapewniony:	A	Kontakt wzrokowy z pacjentem
		B	Kontakt głosowy z pacjentem
		C	Odpowiedzi A i B są poprawne
24	Ocenie narażenia na promieniowanie jonizujące prowadzonej na podstawie systematycznych pomiarów dawek indywidualnych podlegają:	A	Pracownicy kategorii A zawsze, a pracownicy kategorii B wówczas, jeżeli taki warunek zawiera zezwolenie wydane dla pracowni
		B	Tylko pracownicy kategorii A;
		C	Pracownicy kategorii A i pracownicy kategorii B.
25	Najważniejszym środkiem ochrony indywidualnej w pracowni rtg są:	A	Fartuchy z gumy ołowiowej
		B	Dozymetry osobiste
		C	Drzwi obite blachą ołowiową

26	W których z wymienionych badań rtg pacjent otrzyma największą dawkę w przeliczeniu na całe ciało	A	Badanie tomograficzne klatki piersiowej
		B	Zdjęcie stomatologiczne
		C	Badanie mammograficzne
27	Wentylacja w gabinecie rtg powinna zapewniać:	A	1,5 - krotną wymianę powietrza na godz.
		B	4 – krotną wymianę powietrza na godz.
		C	Mechaniczną z 3 – krotną wymianą powietrza na godz.
28	Audyt wewnętrzny w zakładach opieki zdrowotnej, w których wykonywane są procedury medyczne z zakresu radiodiagnostyki, przeprowadza się nie rzadziej niż:	A	co dwa lata
		B	co pół roku, a także w razie doraźnej potrzeby.
		C	jeden raz w roku
29	Podczas rentgenodiagnostycznych badań stomatologicznych <u>wewnątrzustnych</u> należy:	A	Stosować fartuchy ochronne dla pacjentów
		B	Stosować okulary <u>radioochronne</u> dla pacjentów
		C	Stosować <u>parawany radioochronne</u> dla pacjentów
30	Rentgenowskie badania stomatologiczne mogą wykonywać:	A	Tylko lekarze stomatolodzy
		B	lekarze stomatolodzy, lekarze radiolodzy i pomoce stomatologiczne
		C	lekarze radiolodzy, lekarze stomatolodzy i technicy <u>elektrodiagnostyki</u>

Pozostałe przykładowe pytania z lat ubiegłych

Lp.	Pytanie	Odpowiedź	
1	Najpoważniejsze skutki dla komórki wywołuje napromieniowanie	A	lipidów błony komórkowej
		B	białek cytoplazmy
		C	DNA jądrowego
2	Wielkość ogniska lampy rtg, to ważny parametr z punktu widzenia zapewnienia wysokiej jakości obrazu diagnostycznego oraz ochrony radiologicznej pacjenta, ponieważ:	A	ma wpływ na ostrość obrazu i uwidocznienie jego szczegółów.
		B	ma wpływ na wielkość dawki otrzymanej przez pacjenta podczas badania.
		odpowiedzi A i B są poprawne	
3	Promieniowanie X definiują określenia:	A	promieniowanie korpuskularne, hamowania, jonizujące
		B	promieniowanie jonizujące, charakterystyczne, elektromagnetyczne
		hamowania	
4	Poziomy referencyjne dawek, wyrażone jako DAP, dla badania „Angiografia naczyń wieńcowych” wynoszą odpowiednio:	C	niewidzialne, szkodliwe, nadfioletowe
		A	100 Gy x cm ²
		B	60 Gy x cm ²
		C	50 Gy x cm ²

		A	deterministyczny
5	Ostra choroba popromienna, to biologiczny skutek oddziaływania promieniowania	B	stochastyczny
		C	odpowiedzi A i B są poprawne
		A	Bq
6	Jednostką dawki efektywnej (skutecznej) oraz dawki równoważnej jest:	B	Sv
		C	C/kg
		A	są niezbędne dla ratowania płodu
7	U kobiet w ciąży procedury z zakresu radiologii zabiegowej mogą być wykonywane tylko wówczas, gdy:	B	są niezbędne dla ratowania zdrowia i życia matki
		C	odpowiedzi A i B są poprawne
		A	Sv/s
8	Jednostką mocy dawki pochłoniętej jest:	B	Bq/h
		C	Gy/s

9	Dawka graniczna dla osób narażonych zawodowo, wyrażona jako dawka efektywna, wynosi w ciągu roku kalendarzowego:	A	20 mSv
		B	6 mSv
		C	1 mSv
10	Który z dawkomierzy osobistych umożliwia bezpośrednie określenie dawki otrzymanej podczas pracy w narażeniu na promieniowanie jonizujące?	A	dawkomierz półprzewodnikowy (cyfrowy) z wyświetlaczem dawki
		B	dawkomierz termoluminescencyjny
		C	dawkomierz fotometryczny
11	W przypadku gdy doszło do napromienienia zarodka lub płodu bezpośrednią wiązką promieniowania jonizującego, należy dokonać obliczenia dawki dla zarodka lub płodu. Obowiązek taki ciąży na:	A	konsultancie wojewódzkiej ds. diagnostyki obrazowej
		B	Krajowym Centrum Ochrony Radiologicznej W Ochronie Zdrowia (KCOR)
		C	jednostce ochrony zdrowia, która wykonała procedurę radiologiczną, w wyniku której doszło do incydentu
12	Absorpcja promieniowania rentgenowskiego w osłonach zawierających ołów nakładanych pacjentom podczas diagnostyki rtg zachodzi przede wszystkim wskutek zjawiska:	A	tworzenia par elektron-pozyton
		B	Comptona
		C	fotoelektrycznego

		A	500 mSv
13	Dawka graniczna dla osób nie narażonych zawodowo, wyrażona jako dawka równoważna w ciągu roku kalendarzowego dla soczewek oczu wynosi:	B	15 mSv
		C	100 mSv
14	Komisję do przeprowadzenia klinicznego audytu wewnętrznego powołuje	A	Kierownik jednostki ochrony zdrowia
		B	Kierownik Pracowni rtg
		C	Minister Zdrowia
15	Minimalna powierzchnia gabinetu z zamontowanym aparatem rtg do radiologii zabiegowej nie może być mniejsza niż: Rozp. Ministra Zdr. z 21 sierpnia 2006r. W sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami rtg	A	15 m ² - 3%
		B	20 m ² - 5%
		C	25 m ² - 5%
16	Wg polskiego prawa, narządy i tkanki najbardziej wrażliwe na promieniowanie jonizujące to:	A	gonady, czerwony szpik kostny, jelito grube
		B	woreczek żółciowy, skóra, tkanka nerwowa
		C	płuca, wątroba, powierzchnia kości

		A	właściwie zaprojektowane urządzenie emitujące promieniowanie jonizujące, stosowanie osłon radiologicznych, działania administracyjne
17	Podczas leczenia lub badania z użyciem promieniowania jonizującego pacjent chroniony jest przez:	B	podawanie środków radioochronnych i przeciwzapalnych
		C	stosowanie osłon radiologicznych gabinetów, wykonywanie ekspozycji ze sterowni, wykonywanie ekspozycji zza parawanów radioochronnych
		A	stosować osłony
18	W celu ograniczenia narażenia personelu na promieniowanie jonizujące należy:	B	minimalizować czas przebywania w pobliżu źródła promieniowania i zachowywać możliwie jak największą odległość od tego źródła
		C	stosować wszystkie środki i sposoby wymienione w punktach A i B
		A	ze wszystkich stron
19	Aparaty rtg montuje się tak, aby był swobodny dostęp do pacjenta:	B	co najmniej z trzech stron
		C	co najmniej z dwóch stron
		A	filtry i barytowane ściany gabinetu
20	Obniżeniu dawki otrzymanej przez pacjenta podczas diagnostyki rtg służą:	B	folie wzmacniające i system AEC
		C	filtry i przesłony przeciwrozproszeniowe

21	Bez skierowania mogą być wykonane badania z zastosowaniem promieniowania jonizującego:	A B C	tomografii komputerowej przesiewowe, densytometrii kości i stomatologiczne z wyłączeniem pantomograficznych oraz w przypadku bezpośredniego zagrożenia życia nie można wykonywać badań takich bez skierowania
22	Poziomy referencyjne, wyrażone jako DAP oraz czas badania, dla badania „PTCA - angioplastyka naczyń wieńcowatych serca” wynoszą odpowiednio:	A B C	DAP [Gy x cm ²] - 100 Czas ekspozycji [min] - 20 DAP [Gy x cm ²] - 100 Czas ekspozycji [min] - 15 DAP [Gy x cm ²] - 120 Czas ekspozycji [min] - 20
23	Wraz ze wzrostem odległości od źródła promieniowania jonizującego dawka, jaką można pochłonać:	A B C	maleje rośnie w zakresie do ok.10-15 m nie zmienia się
24	W radiologii zabiegowej, w przypadku otrzymania przez pacjenta sumarycznej dawki na skórę przekraczającej 1 Gy, w dokumentacji medycznej zapisuje się informację o wielkości dawki	A B C	tylko w przypadku młodocianych w przypadku młodocianych i kobiet w wieku rozrodczym taka procedura obowiązuje w każdym przypadku i winna być realizowana zawsze

25	W przypadku angiografii monitory komputerowe na stanowisku opisowym winny mieć luminancję:	A B C	minimum 400 cd/m ² minimum 200 cd/m ² powyżej 400 cd/m ²
26	Procedury z zakresu radiologii zabiegowej są wykonywane:	A B C	wyłącznie przez lekarzy posiadających specjalizację z radiologii przez zespoły składające się z lekarzy posiadających specjalizację w dziedzinach, w których są one stosowane oraz lekarzy-radiologów przez lekarzy posiadających specjalizację w dziedzinach, w których są one stosowane, i jedynie w zakresie odpowiadającym tej specjalizacji.
27	Konstrukcja rentgenowskich aparatów do prześwietleń stosowanych w chirurgii uniemożliwia w warunkach normalnej pracy zmniejszenie odległości pomiędzy ogniskiem lampy a powierzchnią ciała pacjenta:	A B C	poniżej 20 cm poniżej 15 cm poniżej 10 cm
28	Wentylacja w gabinecie rtg powinna zapewniać:	A B C	1 - krotną wymianę powietrza na godz. 1,5 – krotną wymianę powietrza na godz. mechaniczną z 3 – krotną wymianą powietrza na godz.

29

W rentgenodiagnostyce i radiologii zabiegowej testy eksploatacyjne dzielą się na testy:

A

odbiorcze i eksploatacyjne

B

wewnętrzne i zewnętrzne,

C

podstawowe i specjalistyczne

A

co dwa lata

B

przynajmniej jeden raz w roku

30

Audyt wewnętrzny w zakładach opieki zdrowotnej, w których wykonywane są procedury z zakresu rentgenodiagnostyki i radiologii zabiegowej przeprowadza się nie rzadziej niż:

C

co pół roku, a także w razie doraźnej potrzeby

7	W pracowni rentgenowskiej powinien być zapewniony:	A	kontakt wzrokowy z pacjentem
		B	kontakt głosowy z pacjentem
		C	odpowiedzi A i B są poprawne
2	Brak obecność dawki progowej postuluje się w przypadku efektów:	A	stochastycznych
		B	deterministycznych
		C	odpowiedzi A i B są poprawne
3	Stosunek dawki ekspozycyjnej promieniowania X do natężenia prądu dostarczonego lampie nazywamy:	A	sprawnością lampy rtg
		B	mocą wyjściową lampy rtg
		C	wydajnością lampy rtg
		A	promieniowaniem hamowania i charakterystycznym, (jonizującym, elektromagnetycznym)
4	Promieniowanie X nazywamy:	B	promieniowaniem korpuskularnym
		C	promieniowaniem korpuskularnym i hamowania

		A	stosować napięcie w przedziale 30 – 120 kV oraz stosować błony o czułości E lub F według klasyfikacji ISO
24	Podczas rentgenodiagnostycznych badań stomatologicznych wewnątrzustnych należy:	B	stosować napięcie w przedziale 60 – 70 kV oraz stosować błony o czułości G lub H według klasyfikacji ISO
		C	stosować napięcie w przedziale 60 – 70 kV oraz stosować osłony indywidualne dla pacjentów obejmujące w szczególności tarczycę
25	Minimalna powierzchnia gabinetu z diagnostycznym aparatem rtg wyposażonym w oddzielną lampę nie może być mniejsza niż:	A	12 m ² - 3%
		B	15 m ² - 3%
		C	15 m ² - 5%
15	Pomiar średnicy pola promieniowania X na wyjściu tubusu lampy rentgenowskiej to jeden z testów aparatury rtg:	A	specjalistycznych
		B	podstawowych
		C	akceptacyjnych

4	Poziomy referencyjne dawek, wyrażone jako DAP, dla badania „Angiografia naczyń wieńcowych” wynoszą odpowiednio:	A	100 Gy x cm ²
		B	60 Gy x cm ²
		C	50 Gy x cm ²
28	Wentylacja w gabinecie rtg stomatologicznym powinna zapewniać:	A	1 - krotną wymianę powietrza na godz.
		B	1,5 – krotną wymianę powietrza na godz.
		C	mechaniczną z 3 – krotną wymianą powietrza na godz.
29	Od czego zależy kształt i wielkość ogniska rzeczywistego lampy rtg?	A	od wymiarów i kształtu włókna żarzenia w katodzie.
		B	od sposobu zogniskowania przyspieszanych elektronów.
		C	odpowiedzi A i B są poprawne.

26

W radiologii ogólnej monitory komputerowe na stanowisku opisowym winny mieć luminancję:

A

minimum 400 cd/m²

B

350 - 400 cd/m²

C

powyżej 400 cd/m²

A

poniżej 15 cm

B

poniżej 20 cm

27

Konstrukcja rentgenowskich aparatów do prześwietleń, wyjątkiem aparatów stosowanych w chirurgii uniemożliwia w warunkach normalnej pracy zmniejszenie odległości pomiędzy ogniskiem lampy a powierzchnią ciała pacjenta :

C

poniżej 30 cm

A

1 - krotną wymianę powietrza na godz.

28

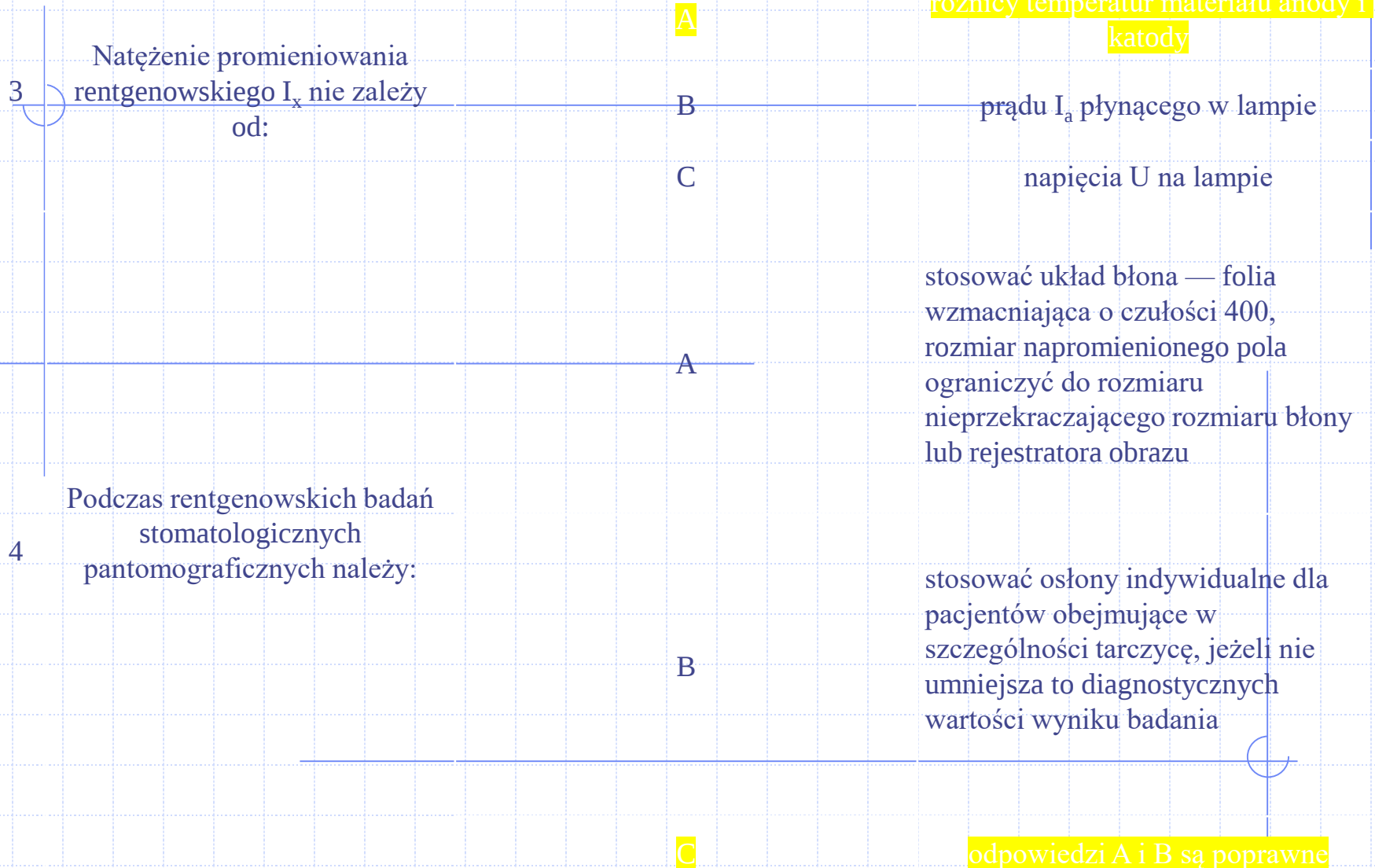
Wentylacja w gabinecie rtg densytometrycznym powinna zapewniać:

B

1,5 – krotną wymianę powietrza na godz.

C

mechaniczną z 3 – krotną wymianą powietrza na godz.



15

Pomiar średnicy pola
promieniowania X na wyjściu
tubusu lampy rentgenowskiej to
jeden z testów aparatury rtg:

A

specjalistycznych

B

podstawowych

C

akceptacyjnych

6

Podstawowe składniki atomu to:

A

elektron i neutrony

B

jądro (część wewnętrzna) i krążące
wokół elektrony

C

jądro z dodatnimi elektronami i ujemne
protony na powłokach protonowych

22 W pracowni rentgenowskiej, w widocznym miejscu należy umieścić informację o konieczności powiadomienia rejestratorki i operatora aparatu rentgenowskiego, przed wykonaniem badania, o:	A B C	pełnoletności pacjenta ciężcy pacjenci zatrudnieniu pacjenta w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące
24 Podczas rentgenodiagnostycznych badań stomatologicznych wewnątrzustnych należy:	A B C	stosować napięcie w przedziale 30 – 120 kV oraz stosować błony o czułości E lub F według klasyfikacji ISO stosować napięcie w przedziale 60 – 70 kV oraz stosować błony o czułości G lub H według klasyfikacji ISO stosować napięcie w przedziale 60 – 70 kV oraz stosować osłony indywidualne dla pacjentów obejmujące w szczególności tarczyce
25 Minimalna powierzchnia gabinetu z aparatem rtg stomatologicznym nie może być mniejsza niż:	A B C	6 m² - 3% 8 m² - 3% 8 m² - 5%
26 Wartość graniczna średnicy pola promieniowania X na wyjściu tubusu lampy rentgenowskiej nie powinna przekraczać:	A B C	50 mm 60 mm 65 mm

FT

1. Stosowanie osłon indywidualnych dla pacjentów jest:

- a) nieobowiązkowe
- b) obowiązkowe, w każdym przypadku
- c) obowiązkowe, jeżeli nie umniejsza to diagnostycznych wartości wyniku badania

2. Jakie m.in. informacje winno zawierać skierowanie na badanie rentgenodiagnostyczne?

- a) cel i uzasadnienie badania, wstępne rozpoznanie kliniczne i informacje istotne do prawidłowego przeprowadzenia medycznej procedury radiologicznej
- b) cel i uzasadnienie badania i informacje istotne do prawidłowego przeprowadzenia medycznej procedury radiologicznej
- c) wstępne rozpoznanie kliniczne i informacje istotne do prawidłowego przeprowadzenia medycznej procedury radiologicznej

3. Wykonanie badania rentgenodiagnostycznego u osób poniżej 16. roku życia wymaga:

- a) odnotowania tego faktu w książce zdrowia dziecka
- b) obligatoryjnego użycia osłon na gonady (dla każdego zdjęcia)
- c) użycia aparatu rtg z cyfrowym systemem obrazowania

4. Zastosowanie kratki przeciwrzproszeniowej skutkuje:

- a) zmniejszeniem ilości promieniowania rozproszonego docierającego do detektora obrazu i zmniejszeniem dawki promieniowania jonizującego dla pacjenta
- b) zmniejszeniem ilości promieniowania rozproszonego docierającego do detektora obrazu i wzrostem dawki promieniowania jonizującego dla pacjenta
- c) wzrostem ilości promieniowania rozproszonego docierającego do detektora obrazu i wzrostem dawki promieniowania jonizującego dla pacjenta

5. Kolimacja wiązki promieniowania rentgenowskiego ma za zadanie:

- a) wyeliminowanie z widma promieniowania składowej niskoenergetycznej
- b) ograniczenie wiązki promieniowania jonizującego padającej na pacjenta do obszaru niezbędnego do uzyskania żądanej informacji diagnostycznej
- c) żadne z powyższych

6. Czy jest dopuszczalne stosowanie aparatu rtg, jeśli wyniki testów podstawowych i /lub specjalistycznych przekraczają ustalone wartości graniczne lub testy nie są wykonywane z częstością określoną w załączniku nr 6 do Dz. U. Nr 51 /2011r., poz. 265?

- a) nie
- b) tak
- c) tak, ale tylko w przypadku aparatu rtg do densytometrii kostnej

7. W jakim terminie należy przekazać do Państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego informację o wynikach negatywnych testów specjalistycznych i podjętych działaniach korygujących?

- a) 7 dni od dnia otrzymania wyników testów specjalistycznych
- b) 14 dni od dnia otrzymania wyników testów specjalistycznych
- c) 30 dni od dnia otrzymania wyników testów specjalistycznych

8. Jaki równoważnik ołowiu (w mm Pb) jest wymagany dla osłon na gonady?

- a) co najmniej 0,35 mm Pb
- b) co najmniej 0,5 mm Pb
- c) co najmniej 1,0 mm Pb

9. Czy konieczne jest zapisywanie w dokumentacji medycznej pacjenta fizycznych parametrów ekspozycji, w przypadku rentgenodiagnostyki ogólnej?

- a) tak, w celu zapewnienia możliwości odtworzenia warunków badania i dawki, którą otrzymał pacjent
- b) tak, w celu śledzenia liczby zdjęć wykonywanych danemu pacjentowi w ciągu roku
- c) nie

10. Podczas wykonywania badań diagnostycznych za pomocą mammografu należy m.in.:

- a) stosować osłony osobiste ochraniające przed promieniowaniem jonizującym jamę brzuszną, w szczególności u pacjentek poniżej 16. roku życia
- b) stosować osłony osobiste ochraniające przed promieniowaniem jonizującym jamę brzuszną, w szczególności u pacjentek w wieku rozrodczym
- c) stosować u pacjentek okulary ochronne

11. W kościach kończyn u noworodka, względna zawartość szpiku czerwonego w porównaniu do osoby dorosłej jest:

- a) kilkukrotnie większa
- b) taka sama
- c) ~~kilkukrotnie mniejsza~~

12. Jeżeli w czasie badania rentgenodiagnostycznego zachodzi konieczność podtrzymania pacjenta, czynność tę może wykonywać osoba, która:

- a) ukończyła 18 lat, nie jest w ciąży, została wyposażona w fartuch i rękawice ochronne przed promieniowaniem i została poinstruowana o sposobie postępowania i ryzyku radiacyjnym
- b) nie jest w ciąży, została wyposażona w fartuch i rękawice ochronne przed promieniowaniem i została poinstruowana o sposobie postępowania i ryzyku radiacyjnym
- c) ukończyła 18 lat, nie jest w ciąży i została wyposażona w fartuch i rękawice ochronne przed promieniowaniem

13. Czy przy tej samej wartości dawki pochłoniętej pochodzącej od promieniowania rentgenowskiego, dawka równoważna dla różnych tkanek jest:

- a) różna
- b) taka sama
- c) zależna od rodzaju tkanki

14. W jakim celu stosuje się filtrację promieniowania rentgenowskiego?

- a) w celu ograniczenia wiązki promieniowania jonizującego padającej na ciało pacjenta do obszaru niezbędnego do uzyskania żądanej informacji diagnostycznej
- b) w celu wyeliminowania z widma promieniowania składowej niskoenergetycznej
- c) żadne z powyższych

15. Ryzyko powstania wad rozwojowych płodu jest największe, gdy zostanie on napromieniowany w:

- a) 7–9 miesiącu od zapłodnienia
- b) 6 miesiącu od zapłodnienia
- c) 2–6 tygodniu od zapłodnienia

16. Podczas wykonywania badań diagnostycznych za pomocą rentgenowskiego tomografu komputerowego:

- a) w technice spiralnej, nie powinno się z istniejących danych rekonstruować obrazu warstw pośrednich
- b) w technice spiralnej, należy z istniejących danych rekonstruować obraz warstw pośrednich zamiast wykonywać dodatkowe obrazy
- c) w technice spiralnej, kwestia rekonstrukcji obrazu warstw pośrednich z istniejących danych i /lub wykonywania dodatkowych obrazów nie ma znaczenia

17. Z jaką częstotliwością powinny być przeprowadzane kliniczne audyty wewnętrzne?

- a) co najmniej raz na rok
- b) doraźnie, w razie potrzeby (np. w przypadku systematycznego przekraczania poziomów referencyjnych), na pisemne polecenie kierownika jednostki ochrony zdrowia
- c) co najmniej raz na rok, a także doraźnie, w razie potrzeby (np. w przypadku systematycznego przekraczania poziomów referencyjnych), na pisemne polecenie kierownika jednostki ochrony zdrowia

18. Unieruchomienie dziecka podczas badania rentgenowskiego wpływa na redukcję dawki poprzez:

- a) możliwość dokładniejszej kolimacji
- b) unikanie artefaktów ruchowych mogących skutkować koniecznością powtórzenia zdjęcia
- c) obie ww. odpowiedzi są prawidłowe

LRZ; LIX

1. Dawka promieniowania, jaką otrzymuje pacjent przy stałej wartości wysokiego napięcia i wydłużającym się czasie zabiegu:

- a) rośnie
- b) maleje
- c) nie zmienia się

2. Procedury z zakresu radiologii zabiegowej można wykonywać:

- a) bez ograniczeń
- b) u kobiet w wieku rozrodczym – wyłącznie po uzyskaniu negatywnego wyniku testu ciążowego przeprowadzonego u pacjentki bezpośrednio przed planowanym zabiegiem
- c) żadne z powyższych

3. Otrzymanie przez pacjenta, w wyniku procedury radiologii zabiegowej, sumarycznej dawki na skórę przekraczającej 1 Gy (grej) winno skutkować:

- a) przerwaniem procedury
- b) skierowaniem pacjenta na badanie kontrolne
- c) zapisaniem informacji o wielkości dawki w dokumentacji medycznej

4. Kolimacja wiązki promieniowania rentgenowskiego ma za zadanie:

- a) wyeliminowanie z widma promieniowania składowej niskoenergetycznej
- b) ograniczenie wiązki promieniowania jonizującego padającej na pacjenta do obszaru niezbędnego do uzyskania żądanej informacji diagnostycznej
- c) żadne z powyższych

Kolimator jest to ogranicznik wiązki promieniowania, nadaje wiązce odpowiedni kształt

5. Wykonywanie procedur z zakresu radiologii zabiegowej wymaga m.in.:

- a) stosowania możliwie najmniejszej odległości lampy od pacjenta i możliwie najdalszego położenia wzmacniacza obrazu względem ciała pacjenta
- b) stosowania możliwie największej odległości lampy od pacjenta i możliwie najbliższego położenia wzmacniacza obrazu względem ciała pacjenta
- c) stosowania możliwie najmniejszej odległości lampy od pacjenta i możliwie najbliższego położenia wzmacniacza obrazu względem ciała pacjenta

7. Wykonywanie procedur z zakresu radiologii zabiegowej wymaga m.in.:

- a) zmieniania położenia miejsca wejścia wiązki pierwotnej promieniowania jonizującego
- b) niezmiennego położenia miejsca wejścia wiązki pierwotnej promieniowania jonizującego
- c) położenie miejsca wejścia wiązki promieniowania jonizującego nie ma znaczenia dla ochrony radiologicznej pacjenta

8. Stosowanie, podczas procedur z zakresu radiologii zabiegowej, fluoroskopii pulsacyjnej:

- a) zmniejsza dawkę promieniowania dla pacjenta
- b) zmniejsza czas narażenia pacjenta na promieniowanie
- c) odpowiedzi: a i b są prawidłowe

9. Czy stosowanie funkcji zatrzymania ostatniego obrazu (LIH), w procedurach z zakresu radiologii zabiegowej, ma znaczenie dla ochrony radiologicznej pacjenta?

- a) nie
- b) tak
- c) nie wiem

10. Przekroczenie, jakiej wartości sumarycznej dawki na skórę pacjenta pochodzącej od procedur z zakresu radiologii zabiegowej, wymaga skierowania go na badania kontrolne, przeprowadzane co najmniej raz w tygodniu, w okresie 21 dni po zabiegu?

- a) 1 Gy (grej)
- b) 2 Gy (greje)
- c) 3 Gy (greje)

11. Stosowanie fluoroskopii (prześwietleń) jest:

- a) zabronione
- b) ograniczone do przypadków, w których ze względów diagnostycznych nie może być ona zastąpiona radiografią (zdjęciem)
- c) dozwolone bez ograniczeń

12. Procedury z zakresu radiologii zabiegowej winny być wykonywane przez:

- a) lekarzy posiadających specjalizację w dziedzinach, w których są one stosowane i jedynie w zakresie odpowiadającym tej specjalizacji
- b) tylko przez lekarzy radiologów
- c) tylko przez techników elektroradiologii

13. Ograniczenie pola wiązki promieniowania rentgenowskiego nie ma wpływu na:

- a) skład energetyczny wiązki promieniowania
- b) dawkę, jaką otrzymuje pacjent i personel podczas zabiegu
- c) ilość promieniowania rozproszonego

14. Wielkość DAP (iloczyn: dawka $\times$ powierzchnia):

- a) maleje z kwadratem odległości od źródła promieniowania
- b) rośnie z kwadratem odległości od źródła promieniowania
- c) nie zależy od odległości od źródła promieniowania

15. Dawka pochłonięta to:

- a) ilość energii promieniowania pochłonięta w jednostce masy materii
- b) liczba przemian jądrowych w jednostce czasu
- c) miara pochłaniania promieniowania przez wodę

◆ Do efektów niestochastycznych (progowych, deterministycznych) zaliczamy:

- skutek, który nie ma wartości progowej
- efekty, których przebieg nie zależy od dawki
- wczesne zmiany popromienne

◆ Podczas napromienienia najpóźniej zachodzi:

- faza fizykochemiczna
- faza morfologiczna
- faza wytwarzania wolnych rodników

◆ Dawka ekspozycyjna [C/kg] jest miarą:

- efektu spowodowanego przez promieniowanie jonizujące zależnego od rodzaju tego promieniowania
- ładunku wytworzonego przez efekt jonizacji
- energii przekazanej tkance

- Do wczesnych skutków somatycznych zaliczamy:

- recesywne mutacje genowe
- przewlekłą chorobę popromienną
- efekty, których przebieg nie zależy od dawki

- Który z narządów charakteryzuje się najwyższą wartością współczynnika tkankowego wT?

- tarczyca
- gruczoły płciowe (gonady)
- czerwony szpik kostny

- Największą skuteczność biologiczną wykazuje promieniowanie:

- beta
- gamma
- alfa

◆ Dawka progowa jest wielkością charakterystyczną dla efektów:

- zarówno deterministycznych jak i stochastycznych
- stochastycznych
- deterministycznych

◆ Jednostka dawki pochłoniętej w układzie jednostek SI jest:

- grej
- J/kg.
- odpowiedzi A i B są poprawne

◆ W których z wymienionych badań rtg pacjent otrzyma większą dawkę?

- tomografia komputerowa całego ciała pacjenta
- fluoroskopia
- zdjęcie małoobrazkowe

◆ Do stochastycznych skutków promieniowania jonizującego zaliczamy m. in.:

- rumień skóry
- wady genetyczne
- zaćmę popromienną

◆ W których z wymienionych badań rtg pacjent otrzyma największą dawkę w przeliczeniu na całe ciało?

- zdjęcie kręgosłupa lędźwiowego
- zdjęcie klatki piersiowej
- badanie mammograficzne

◆ W których z wymienionych badań rtg pacjent otrzyma najmniejszą dawkę w przeliczeniu na całe ciało ?

- zdjęcie kręgosłupa
- badanie mammograficzne
- zdjęcie stomatologiczne



Który z izotopów promieniotwórczych jest naturalnym, występującym w przyrodzie:

- I-125
- Ra-226
- Cs-137