

BRODNICA
*obliczenia osłon statycznych
dla nowo adaptowanych pomieszczeń
pracowni rtg*

TORUŃ 2004

Projekt opracowano w oparciu o:

- projekt dokumentacji adaptacji pomieszczeń
- informacje przekazane przez wykonawcę
- dane znamionowe i katalogowe aparatów
- PN - 86 -J -80001 "Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma"
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanymi w celach medycznych (Dz.U. 173 z 6.10.03r. poz. 1681)

Obliczeń grubości osłon dokonano w oparciu o normę **PN-86/J-80001**

Wymagana grubość osłon określono na podstawie zawartych danych w tabelach i wykresów.

Obliczeń dokonano za pomocą wzorów:

1.1 Krotność osłabienia promieniowania pierwotnego

$$k = \frac{D^{\circ} \cdot I \cdot t}{D \cdot l^2} \cdot y$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0$$

gdzie:

D° - moc dawki w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1mA ($\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$)

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej (mA)

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym (min. $t = T \cdot U \cdot t_0$)

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłoniętym miejscu

U - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczanej osłony

t_0 - maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia (minutach)

D - największa dopuszczalna dawka tygodniowa (mGy)

l - najmniejsza odległość ogniska lampy od osłony w ustalonych warunkach pracy (m)

y - współczynnik osłabiania w ośrodku

1.2 Zredukowana moc dawki służąca do określania grubości osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez tkankę

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} \quad (\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

D - najmniejsza dopuszczalna dawka tygodniowa (mGy)

l - najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od osłony w ustalonych warunkach pracy (m)

t - czas narażenia w ciągu tygodnia na promieniowanie rozproszone (h)

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej (mA)

1.3 Zredukowana moc dawki służąca do określenia grubości osłony przed promieniowaniem odbitym przez ścianę.

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} \cdot \frac{f^2}{S} \quad (\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

D - największa dopuszczalna dawka tygodniowa (mGy)

l - najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od osłony w ustalonych warunkach pracy (m)

t - czas narażenia w ciągu tygodnia na promieniowanie rozproszone (h)

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej (mA)

S - rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego na którą pada promieniowanie w odległości f (m^2)

f – odległość przedmiotu rozpraszającego od lampy (m)

2. Dane wyjściowe

Na podstawie danych producenta ,użytkowania , analizy założonego przeznaczenia gabinetu i przyjętego wyposażenia , jak też w oparciu o literaturę przyjęto podane niżej tygodniowe ilości ekspozycji na jedną zmianę przy 25 godzinach pracy na tydzień.

Przyjęto możliwość awaryjnego wykonania innych badań od założonych podstawowych funkcji.

2.1 Współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania w osłanianym miejscu T przyjęto zgodnie z norma:

1.00 - dla miejsc stałego przebywania ludzi / miejsca ciągłej pracy, mieszkania itp./

0.25 - dla miejsc czasowo wykorzystanych przez ludzi / korytarze, WC, stołówki itp. /

0,05 - dla miejsc krótkiego czasu przebywania / ulice, place ,klatki, schodowe /

2.2 Współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczonej osłony U przyjęto zgodnie z norma:

1.0 - dla podłóg

1.00 - dla ścian i sufitów , jeśli przewiduje się ich napromieniowanie wiązką główną przy pracach rutynowych

0.25 - dla ścian nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych

0,05 - dla sufitów nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych

2.3. Maksymalna dopuszczalna dawka tygodniowa przyjęta do obliczeń :

graniczna roczna dawka promieniowania jonizującego wynosi:

a - dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie 20 mSv

b - dla osób zamieszkałych lub przebywających w ogólnie dostępnym otoczeniu źródeł promieniowania 1 mSv

c - dla ścian zewnętrznych i stropów pracowni 0,1 mSv

Do obliczeń przyjęto wartości dawek tygodniowe

a - 0,4 mSv

b - 20 μ Sv

c - 2,0 μ Sv

Odpowiada to wartościom tygodniowym dawek pochłoniętych w powietrzu

a - 0,35 mGy

b - 17 μ Gy

c - 1,7 μ Gy

3. Metoda obliczeń

Przy obliczeniach osłon dodatkowych dla całkowitych powierzchni uwzględniono promieniowanie rozproszone w tych kierunkach, gdzie nie może być skierowana wiązka pierwotna albo też jest rozproszona przez ciało pacjenta oraz osłony, w które wyposażony jest aparat.

Wobec braku możliwości ustalenia grubości tkanki prześwietlanej i wypełnienia przez nią pola naświetlenia, przy obliczeniach promieniowania osłony przeliczono wg rozproszenia przez tkankę oraz przez cegłę i przyjęto większą z dwóch wartości.

Przeliczeń dokonano dla wszystkich ścian oraz podłogi i sufitu.

Obliczenia rozpoczęto od ściany z oknami lub drzwiami, a następnie zgodnie z ruchem wskazówek zegara.

Przy podanej wartości osłon należy uwzględnić istniejącą grubość ścian.

Wyniki podano w obowiązujących obecnie jednostkach.

Maksymalny czas pracy źródła promieniowania obliczono na podstawie podanej lub też przewidywanej ilości ekspozycji.

Pomieszczenie – mammografu

Szpital w Brodnicy

Pomieszczenie na parterze bez piwnic powyżej gabinet zabiegowy

Aparat mammograficzny typu: ALPHA RT

producent : INSTRUMENTARIUM IMAGING - FINLANDIA.

Rozmieszczenie aparatu według rys 1.

Warunki prądowe: nastawy automatyczne

przyjęto do obliczeń :

- I - 100 mA,
- t_0 - tygodniowy czas pracy aparatu 4,0 minuta
- D - moc dawki w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA przy napięciu 50 kV przy filtracji 2,0 mm Al. – 2,0 ($\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$)

1. Ściana nr I - ściana z oknami – ściana zewnętrzna z cegły pełnej o grubości 37 cm - odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 1,5m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości nie mniejszej niż 4 mm

T- 0,05 ;

U - 0,25 ;

D - $1,7 \times 10^3$ mGy

$$C1 = 0,5 \text{ mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$$

wyliczona osłonność **Pb ≤ 1 mm**

PN-86/J-80001 nie przewiduje przypadków poniżej 75 kV

2. Ściana nr II - ściana zewnętrzna z cegły pełnej gr. 60 cm - odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 1,5 m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości nie mniejszej niż 4 mm

T- 0,05 ;

U - 1;

D - $1,7 \times 10^3$ mGy

$$k = 10455$$

wyliczona osłonność **Pb = 0,4 mm**

- 3. Ściana nr III - ściana wewnętrzna (łącząca gabinet z ciemnią i wc pacjentów) - ściana z cegły pełnej gr. 10 cm - odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 2,0 m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości nie mniejszej niż 1,5 mm**

$$\begin{aligned}T &- 0,25 ; \\U &- 0,25 ; \\D &- 1,7 \times 10^3 \text{ mGy}\end{aligned}$$

$$C1 = 0,02 \text{ mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} < 0,8 \text{ mm}$$

PN-86/J-80001 nie przewiduje przypadków poniżej 75 kV

- 4. Ściana nr IV - ściana wewnętrzna- ściana z cegły pełnej gr. 25 cm - odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 1,5 m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości nie mniejszej niż 2,5 mm**

$$\begin{aligned}T &- 1 ; \\U &- 1 ; \\D &- 1,7 \times 10^3 \text{ mGy}\end{aligned}$$

$$k = 209150$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 0,7 \text{ mm}$$

- 5. Sufit – z cegły o grubości około 26 cm - odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 2,5m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości nie mniejszej niż 2,8 mm**

$$\begin{aligned}T &- 1 ; \\U &- 0,05 ; \\D &- 1,7 \times 10^3 \text{ mGy}\end{aligned}$$

$$k = 3765$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 0,3 \text{ mm}$$

- 6. Podłoga (pod pomieszczeniem mammografu nie ma piwnic)**

II

Pomieszczenie na parterze

poniżej znajdują się pomieszczenia piwniczne a na I piętrze powyżej Blok operacyjny - Chirurgia

Aparat rtg BACCARA SYSTEM

producent : Apelem S.A. – Francja

Rozmieszczenie aparatu według rys 1.

Rodzaj ekspozycji	Ilość ekspozycji	Czas jednej ekspozycji w sek	Prąd anodowy	Czas narażenia w tygodniu w minutach	Iloczyn prądu i czasu ekspozycji	Łączny produkt mAs dla całego aparatu
Prześwietlenia w pozycji stojącej	15	240	3	60	180	1038
Zdjęcia w ekranie w pozycji stojącej	75	0,1	300	0,13	39	
Prześwietlenia w pozycji leżącej	15	240	3	60	180	
Zdjęcia w ekranie w pozycji leżącej	75	0,1	300	0,13	39	
Zdjęcia różne nad stołem	200	0,4	300	1,3	390	
Zdjęcia różne przy wertigrafie	100	0,4	300	0,7	210	

D° - moc dawki w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA
 $17,0 \text{ (mGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \text{)}$

1. Ściana nr X – z drzwiami – ściana wewnętrzna z cegły pełnej o grubości 30 cm - odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 2,0 m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości nie mniejszej niż 3 mm)

T- 0,25;

U - 1 ;

D - $1,7 \times 10^3 \text{ mGy}$

$$k = 10813$$

wyliczona osłonność **Pb = 2,5 mm**

2. Ściana nr XI - z drzwiami do sterowni z cegły pełnej gr. 45 cm - odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 1,5m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości nie mniejszej niż 4 mm

$$\begin{aligned}T &- 0,25 ; \\U &- 1; \\D &- 1,7 \times 10^2 \text{ mGy}\end{aligned}$$

$$k = 1922$$

wyliczona osłonność **Pb =1,5 mm**

3. Ściana nr XII - z cegły pełnej gr. 45 cm - odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 1,5m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości nie mniejszej niż 4 mm

$$\begin{aligned}T &- 0,25 ; \\U &- 1 ; \\D &- 1,7 \times 10^2 \text{ mGy}\end{aligned}$$

$$k = 1922$$

wyliczona osłonność **Pb =1,5 mm**

4. Ściana nr XIII - z cegły pełnej gr. 40 cm - odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 1,5 m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości nie mniejszej niż 4 mm

$$\begin{aligned}T &- 0,05 ; \\U &- 1; \\D &- 1,7 \times 10^3 \text{ mGy}\end{aligned}$$

$$k = 3844$$

wyliczona osłonność **Pb =1,8 mm**

5. Sufit – z cegły o grubości około 26 cm - odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 2,5m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości nie mniejszej niż 2,8 mm

$$\begin{aligned}T &- 1 ; \\U &- 0,05; \\D &- 1,7 \times 10^3 \text{ mGy}\end{aligned}$$

$$k = 1384$$

wyliczona osłonność **Pb = 1,5 mm**

7. Podłoga - gr. 26 cm - odległość lampy od podłogi nie mniejsza niż 1,0 m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości nie mniejszej niż 2,8 mm

$$\begin{aligned}T &- 0,25 ; \\U &- 1; \\D &- 1,7 \times 10^3 \text{ mGy}\end{aligned}$$

$$k = 8650$$

wyliczona osłonność **Pb = 2,2 mm**

WNIOSKI

Oslony obliczone dla poszczególnych ścian, sufitu i podłogi :

Pomieszczenie mammografu

- ściana nr I – wyliczona osłonność $Pb \leq 1 \text{ mm}$
osłonność własna 4 mm Pb
grubość istniejącej ściany stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń

- ściana nr II - wyliczona osłonność $Pb = 0,4 \text{ mm}$
osłonność własna 4 mm Pb
grubość istniejącej ściany stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń

- ściana nr III - wyliczona osłonność $Pb < 0,8 \text{ mm}$
osłonność własna 1,5 mm Pb
grubość istniejącej ściany stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń

- ściana nr IV - wyliczona osłonność $Pb = 0,7 \text{ mm}$
osłonność własna 2,5 mm Pb
grubość istniejącej ściany stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń

- sufit - wyliczona osłonność $Pb = 0,3 \text{ mm}$
osłonność własna 2,8 mm Pb
grubość istniejącego sufitu stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń

Pomieszczenie aparatu Bacara

- ściana nr X – wyliczona osłonność **Pb = 2,5 mm**
osłonność własna **3 mm Pb**
grubość istniejącej ściany stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń

- ściana nr XI - wyliczona osłonność **Pb = 1,5 mm**
osłonność własna **4 mm Pb**
grubość istniejącej ściany stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń

- ściana nr XII - wyliczona osłonność **Pb = 1,5 mm**
osłonność własna **4 mm Pb**
grubość istniejącej ściany stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń

- ściana nr XIII - wyliczona osłonność **Pb = 1,8 mm**
osłonność własna **4,0 mm Pb**
grubość istniejącej ściany stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń

- sufit - wyliczona osłonność **Pb = 1,5 mm**
osłonność własna **2,8 mm Pb**
grubość istniejącego sufitu stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń

- podłoga - wyliczona osłonność **Pb = 2,2 mm**
osłonność własna **2,8 mm Pb**
grubość istniejącej podłogi stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń

