



***Krakowskie Centrum Rehabilitacji i Ortopedii
Al. Modrzewiowa 22, 30-224 Kraków***

***Dokumentacja techniczna z obliczeniem osłon stałych
dla pracowni rentgenowskiej
z zainstalowanym aparatem ogólnodiagnostycznym
typu Multix Fusion***

Listopad -2016

Spis treści:

I. Część opisowa

str.3-5

Inwestor
Podstawa opracowania
Lokalizacja
Oznakowanie pomieszczeń
Wentylacja
Oświetlenie
Rejestracja obrazu
Dodatkowe wyposażenie zabezpieczające
Łączność głosowa i wizualna
Sygnalizacja świetlna
Sprzęt ochrony przed promieniowaniem

II. Część obliczeniowa

str. 5-15

III. załączniki

Załącznik nr 1 – rozmieszczenie pracowni

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1. Inwestor:

Krakowskie Centrum Rehabilitacji i Ortopedii
Al. Modrzewiowa 22, 30-224 Kraków.

2. Podstawa opracowania.

Projekt budowlany;

Polska Norma Obliczeniowa PN – 86/J-80001;

Ustawa z dnia 29 listopada 2000r. – Prawo atomowe (Dz. U. z 2014 r., poz. 1512 z późn. zm.);

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2015 r. w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosków o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności (Dz. U. z 2015 r., poz. 1355);

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20, poz.168)

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. nr 180 z 2006r., poz. 1325);

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 grudnia 2006 r. w sprawie nadzoru i kontroli w zakresie przestrzegania warunków ochrony radiologicznej w jednostkach organizacyjnych stosujących aparaty rentgenowskie do celów diagnostyki medycznej, radiologii zabiegowej, radioterapii powierzchniowej i radioterapii schorzeń nienowotworowych (Dz. U. 2007 nr 1 poz. 11);

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. 2011 nr 51 poz. 265 z późn. zm.);

3. Lokalizacja

Pracownia rentgenowska zlokalizowana jest na parterze Krakowskiego Centrum Rehabilitacji i Ortopedii w Krakowie przy ul. Modrzewiowej 22 w pomieszczeniu nr 09. Rozmieszczenie pomieszczeń przedstawia – **rysunek nr 1 – projekt budowlany.**



4. Oznakowanie pomieszczeń.

Drzwi do pracowni są oznakowane tablicą informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym. Tablica zgodna jest z załącznikiem nr 1 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180, poz. 1325).

5. Wentylacja.

Wentylacja mechaniczna. Dla projektowanych pomieszczeń – pracownia rentgenowska przewiduje się 1.5 krotną wymianę powietrza – **dokładny opis wentylacji zawiera osobna dokumentacja.**

6. Oświetlenie.

- W salach diagnostyki obrazowej stosuje się wyłącznie oświetlenie elektryczne. W przypadku gdy nie stanowi to utrudnienia przy wykonywaniu zabiegów diagnostycznych, dopuszcza się zastosowanie oświetlenia dziennego. (Rozporządzenie -Ministra Zdrowia z dnia 26 czerwca 2012 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą (Dz. U. z 2012 r., poz. 739).
- W gabinetach rentgenowskich, w których znajduje się stanowisko rentgenowskie wyposażone w świetlny wskaźnik wielkości napromienianego pola lub w tor wizyjny, zapewnia się możliwość przyciemnienia oświetlenia (Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. nr 180, poz. 1325)).

7. Rejestracja obrazu.

W pracowni rentgenowskiej istnieje cyfrowy zapis obrazu.

8. Dodatkowe wyposażenie zabezpieczające.

8.1.Łączność głosowa i wizualna

W pracowni rentgenowskiej zapewnia się łączność głosową i wizualną pomiędzy personelem medycznym przebywającym w sterowni a pacjentem przebywającym w gabinecie rentgenowskim. W pracowni rentgenowskiej zamontowany zostanie system kamer, połączony z komputerami w sterowni.

8.2. Sygnalizacja świetlna.

Nad drzwiami do gabinetu rentgenowskiego zamontowana jest ostrzegawcza sygnalizacja świetlna, włączana równocześnie z zasilaniem generatora.

8.3.Sprzęt ochrony przed promieniowaniem .

Pracownia rentgenowska wyposażona jest w sprzęt ochronny przed promieniowaniem rentgenowskim dobrany do typu zainstalowanego aparatu rentgenowskiego i rodzaju wykonywanych badań



W zależności od potrzeb znajdują się:

- Parawan, ekran oraz komplet osłon będących wyposażeniem zestawu dostarczonego przez producenta, umieszczonych na stałe lub w miarę potrzeb podwieszanych do aparatu rentgenowskiego;
- Środki ochrony indywidualnej pracowników;
- Osłony dla pacjentów

W pracowni rentgenowskiej w widocznym miejscu, znajduje się informacja o konieczności powiadomienia rejestratorki, operatora aparatu rentgenowskiego, przed wykonaniem badania, o tym, że pacjentka jest w ciąży

II. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

1. Obliczanie grubości osłon.

1.1. Dane i wzory stosowane do obliczeń.

Obliczenia wykonano w oparciu o normę PN-86/J-80001.

Grubość osłon określono na podstawie zawartych tam tabel i wykresów posługując się następującymi wzorami:

1.1.1. Dawka tygodniowa przyjmowana do obliczeń.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180, poz.1325) do obliczeń przyjęto następujące wartości dawek:

Dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące:

- w gabinecie rentgenowskim:
6 mSv/rok – 0.12 mSv/tydz. – 0.01 cGy/tydz;
- W pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim:
3 mSv/rok – 0.06 mSv/tydz. – 5.22×10^{-3} cGy/tydz;
- Dla pomieszczeń sąsiadujących (poza pracownią rentgenowską):
0.5 mSv/rok – 0.01 mSv/tydz. – 8.7×10^{-4} cGy/tydz
- Dla pomieszczeń sąsiadujących (budynki mieszkalne):
0.1 mSv/rok – 0.002 mSv/tydz.- 0.000174 cGy/tydz.



Dla osób z ogółu ludności:

0.5 mSv/rok – 0.01 mSv/tydz. – 8.7×10^{-4} cGy/tydz

1.1.2. Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia.

$$t = T \times U \times t_0$$

w którym:

T- współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu;

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

t_0 - maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jednej zmianie, s, min lub h.

Jeżeli nie udokumentowano innych wartości należy przyjmować:

T=1 – dla miejsc stałego przebywania ludzi (miejsc ciągłej pracy, pomieszczenia mieszkalne, miejsca przeznaczone dla dzieci);

T=0.25 – dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi (np. korytarze, WC, stołówki itp.);

T=0.05 - dla miejsc krótkiego czasu przebywania (np. ulice, place, klatki schodowe);

U=1 – dla podłóg;

U=1 – dla ścian i sufitów jeżeli przewiduje się ich napromieniowanie wiązką główną przy pracach rutynowych;

U= 0.25 - dla ścian nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych;

U= 0.05 - dla sufitów nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych;

Dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym **U=1**

1.1.3. Osłony przed promieniowaniem pierwotnym

Krotność (k) osłabienia promieniowania przez osłonę.

$$K = \frac{D \times I \times t}{D \times I^2} \times y$$



W którym:

D – moc dawki wg PN-86/J-80001 pkt. 2.5.1.1. w odległości 1m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1mA, ($cGy \times min^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$);

I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej (mA);

t- czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym wyznaczony zgodnie z 1.1.2. w (min).;

D- dawka tygodniowa określona zgodnie z 1.1.1. w (cGy);

l- najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, (m);

y- współczynnik zgodny z PN-86/J-80001 pkt 2.4.

1.1.4. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym.

1.1.4.1. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę.

Zredukowana moc dawki.

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I}$$

w którym:

D- dawka tygodniowa określona zgodnie z 1.1.1. w (cGy);

l- najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, (m);

t- czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym wyznaczony zgodnie z 1.1.2. w (min).;

I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej (mA);

W przypadku zdjęć rentgenowskich, gdzie ustala się mAs, I należy obliczyć dzieląc sumę mAs w tygodniu przez czas pracy lampy rtg w tym okresie.

1.1.5. Osłony przed promieniowaniem ubocznym.

Moc dawki \dot{D}_u promieniowania ubocznego należy przyjąć na podstawie dokumentacji urządzenia lub jeżeli istnieje możliwość pomiaru – zmierzyć w miejscu, które ma być osłaniane i określić w $mGy\ h^{-1}$.

Jeżeli mocy dawki nie można określić wymienionymi metodami, do obliczeń należy przyjąć wartość opierając się na maksymalnych wartościach określonych dla promieniowania ubocznego w obowiązujących przepisach.



Jeżeli \dot{D}_u w miejscu osłanianym jest mniejsze niż $20\mu\text{Gy h}^{-1}$, przy obliczaniu osłony nie należy uwzględniać wpływu promieniowania ubocznego.

Tygodniowa dawka promieniowania ubocznego

$$D_u = \dot{D}_u \times t$$

Gdzie:

\dot{D}_u – moc dawki promieniowania ubocznego (mGy h^{-1});

t – czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających za osłoną (h)

2. Obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym dla pracowni rentgenowskiej z zainstalowanym aparatem rentgenowskim ogólnodiagnostycznym typu Multix Fusion.

2.1. Lokalizacja.

Pracownia rentgenowska zlokalizowana jest na parterze budynku należącego do Krakowskiego Centrum Rehabilitacji i Ortopedii w Krakowie przy ul. Modrzewiowej 22. Rozmieszczenie pomieszczeń przedstawia - **załącznik nr 1 – projekt budowlany**.

Pracownia rentgenowska sąsiaduje z:

Ściana A – pomieszczenie pro-morte;

Ściana B – podwórze, okna;

Ściana C – rejestracja, poczekalnia, drzwi;

Ściana D – kabina, drzwi;

Ściana D1 – sterownia, drzwi;

Podłoga – brak pomieszczeń-grunt;

Strop – I piętro – oddział intensywnej terapii;

E – ścianka do zdjęć płucnych;

2.1.1. Pomieszczenie pracowni rentgenowskiej.

Powierzchnia pracowni rentgenowskiej wynosi 28.59 m^2 , wysokość pomieszczenia 3 m.

Ściany A, C, D i D1 o grubości 12 cm, ściana B o grubości 25 cm wykonane z bloczków silikatowych o gęstości $\rho = 1.6 \text{ g cm}^{-3}$. Ściany pracowni rentgenowskiej pomalowane farbą zmywalną, na podłodze łatwo zmywalna wykładzina technologiczna zawinięta na 10 cm.

Strop żelbetonowy pełny o grubości 18 cm.

2.1.2. Instalacja aparatu.

Aparat rentgenowski instaluje się tak, aby:



- był zapewniony swobodny dostęp do pacjenta co najmniej z dwóch stron;
- odległość źródła promieniowania od najbliższej ściany wynosiła co najmniej 1.5 m przy pionowym kierunku wiązki promieniowania.

2.2. Dane techniczne aparatu.

Aparat rentgenowski ogólnodiagnostyczny typu Multix Fusion posiada następujące parametry:

- maksymalne napięcie anodowe lampy – 150 kV;
- natężenie prądu anodowego lampy – max 1000 mA;
- filtracja całkowita – 2.5 mm Al

2.3. Założenia:

- Przewiduje się przyjmowanie około 10 pacjentów dziennie przez 5 dni w tygodniu;
- Czas jednej ekspozycji dla jednego pacjenta średnio – 0.2 s;

Do obliczeń przyjęto następujące parametry aparatu: 150 kV i 300 mA

2.4. Obliczenia czasu (t) narażenia na promieniowanie X

$$t_0 = 10 \text{ pacjentów dziennie} \times 0.2 \text{ s} \times 5 \text{ dni} = 10 \text{ s/tydz}$$

1) dla stałego przebywania osób:

$$T=1 \quad U=1;$$

$$t = 1 \times 1 \times 10 \text{ s} = 10 \text{ s} = 0.16 \text{ min} = 0.003 \text{ h}$$

2) dla czasowego przebywania osób:

$$T=0.25 \quad U=1;$$

$$t = 0.25 \times 1 \times 10 \text{ s} = 2.5 \text{ s} = 0.042 \text{ min} = 0.0007 \text{ h}$$

3) Dla sporadycznego przebywania osób:

$$T=0.05 \quad U=1;$$

$$t = 0.05 \times 1 \times 10 \text{ s} = 0.5 \text{ s} = 0.0083 \text{ min} = 0.00014 \text{ h}$$

Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem ubocznym

W związku z tym, że producent nie przedstawił dokumentacji, z której wynika wartość mocy dawki \dot{D}_u promieniowania ubocznego ani nie ma też możliwości wykonania pomiaru, do obliczeń przyjęto wartość wynikającą z §31 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. nr 180, poz. 1325) – wartość 1 mGy/h.

Po przemnożeniu tej wartości przez czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscach osłanianych wynika, że \dot{D}_u jest mniejsze niż 20 $\mu\text{Gy/h}$ w związku z czym i zgodnie z PN-86/J-80001 pkt.2.5.4.1 nie uwzględniono wpływu promieniowania ubocznego i osłonę obliczono zgodnie z pkt. 2.5.2 PN-86/J-80001.



Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym

ŚCIANA A (pomieszczenie pro-morte)

$$D = 8.7 \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 1.52 \text{ m}$$

$$t = 0.0007 \text{ h}$$

$$I = 300 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 0.25$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 1.52^2}{0.0007 \times 300} = \frac{20.1}{0.21} = 95.7 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1 i 2.5.2.2. oraz rys. 3 i 4 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.6 mm Pb, co odpowiada 48 mm betonu o gęstości $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$ lub 60 mm cegły pełnej o gęstości $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$. Ściana A wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$.

$$h = \frac{\rho_0}{\rho} = \frac{1.9}{1.6} = 1.2$$

$$X_{\text{silka}} = X_{\text{cegła}} \times h = 60 \times 1.2 = 72 \text{ mm}$$

W związku z powyższym ściana A wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ nie potrzebuje dodatkowej osłony

Ścianka do zdjęć płucnych E

$$D = 8.7 \times 10^{-4} \text{ cGy/tydz}$$

$$\dot{D} = 0.95 \text{ cGy min}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

$$l = 1.57 \text{ m}$$

$$t = 0.042 \text{ min}$$

$$I = 300 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 0.25$$

$$K = \frac{\dot{D} \times I \times t}{D \times l^2} \times y = \frac{0.95 \times 300 \times 0.042}{8.7 \times 10^{-4} \times 1.57^2} = \frac{11.97}{0.0021} = 5700$$

Zgodnie z pkt. 2.5.1.1. oraz rys. 1 i 2 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 2 mm Pb co odpowiada 160 mm betonu o gęstości $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$ lub 200 mm cegły pełnej o gęstości $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$.



$$h = \frac{\rho_0}{\rho} = \frac{1.9}{1.6} = 1.2$$

$$X_{silka} = X_{cegła} \times h = 200 \times 1.2 = 240 \text{ mm}$$

W związku z powyższym ściana A o grubości 120 mm cegły silikatowej o gęstości $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ potrzebuje dodatkowej osłony np. 120 mm cegły silikatowej o gęstości $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ lub 1 mm Pb.

ŚCIANA B (podwórze, okno)

$$D = 8.7 \text{ } \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 1.97 \text{ m}$$

$$t = 0.00014 \text{ h}$$

$$I = 300 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 0.05$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 1.97^2}{0.00014 \times 300} = \frac{33.76}{0.042} = 803.9 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1 i 2.5.2.2. oraz rys. 3 i 4 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.2 mm Pb, co odpowiada 16 mm betonu o gęstości $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$ lub 20 mm cegły pełnej o gęstości $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$ lub 2.2 mm stali o gęstości $\rho=7.8 \text{ g cm}^{-3}$. Ściana B wykonana z cegły silikatowej o grubości 250 mm i gęstości $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$. Okno osłonięte roletami 0.2 mm Pb lub stalowymi o grubości 2.2 mm.

$$h = \frac{\rho_0}{\rho} = \frac{1.9}{1.6} = 1.2$$

$$X_{silka} = X_{cegła} \times h = 20 \times 1.2 = 24 \text{ mm}$$

W związku z powyższym ściana B o grubości 250 mm cegły silikatowej o gęstości $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ nie potrzebuje dodatkowej osłony.

ŚCIANA C (pomieszczenie rejestracyjno – opisowe, poczekalnia, drzwi)

$$D = 8.7 \text{ } \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 1.52 \text{ m}$$

$$t = 0.003 \text{ h}$$

$$I = 300 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 1$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 1.52^2}{0.003 \times 300} = \frac{20.1}{0.9} = 22.3 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$



Zgodnie z pkt. 2.5.2.1 i 2.5.2.2. oraz rys. 3 i 4 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 1 mm Pb, co odpowiada 80 mm betonu o gęstości $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$ lub 100 mm cegły pełnej o gęstości $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$ lub 11 mm stali o gęstości $\rho=7.8 \text{ g cm}^{-3}$. Ściana C wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$. Drzwi zabezpieczone 1 mm Pb lub wykonane ze stali o grubości 11 mm.

$$h = \frac{\rho_0}{\rho} = \frac{1.9}{1.6} = 1.2$$

$$X_{silka} = X_{cegła} \times h = 100 \times 1.2 = 120 \text{ mm}$$

W związku z powyższym ściana C o grubości 120 mm cegły silikatowej o gęstości $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ nie potrzebuje dodatkowej osłony.

ŚCIANA D (kabina, drzwi)

$D = 8.7 \text{ μGy/tydz.}$

$l = 2.48 \text{ m}$

$t = 0.003 \text{ h}$

$I = 300 \text{ mA}$

$U = 1$

$T = 1$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 2.48^2}{0.003 \times 300} = \frac{53.5}{0.9} = 59.4 \text{ μGyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1 i 2.5.2.2. oraz rys. 3 i 4 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.8 mm Pb, co odpowiada 64 mm betonu o gęstości $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$ lub 80 mm cegły pełnej o gęstości $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$ lub 8.8 mm stali o gęstości $\rho=7.8 \text{ g cm}^{-3}$. Ściana C wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$. Drzwi zabezpieczone 0.8 mm Pb lub wykonane ze stali o grubości 8.8 mm.

$$h = \frac{\rho_0}{\rho} = \frac{1.9}{1.6} = 1.2$$

$$X_{silka} = X_{cegła} \times h = 80 \times 1.2 = 96 \text{ mm}$$

W związku z powyższym ściana D o grubości 120 mm cegły silikatowej o gęstości $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ nie potrzebuje dodatkowej osłony.

ŚCIANA D1 (sterownia, drzwi)

$D = 52.2 \text{ μGy/tydz.}$

$l = 2.48 \text{ m}$



$t = 0.003\text{h}$
 $I = 300\text{ mA}$
 $U = 1$
 $T = 1$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{52.2 \times 2.48^2}{0.003 \times 300} = \frac{321.05}{0.9} = 356.7 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1 i 2.5.2.2. oraz rys. 3 i 4 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.3 mm Pb, co odpowiada 24 mm betonu o gęstości $\rho=2.2\text{ g cm}^{-3}$ lub 30 mm cegły pełnej o gęstości $\rho=1.9\text{ g cm}^{-3}$ lub 3.3 mm stali o gęstości $\rho=7.8\text{ g cm}^{-3}$. Ściana D wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości $\rho=1.6\text{ g cm}^{-3}$. Drzwi zabezpieczone 0.3 mm Pb lub wykonane ze stali o grubości 3.3 mm.

$$h = \frac{\rho_0}{\rho} = \frac{1.9}{1.6} = 1.2$$

$$X_{silka} = X_{cegła} \times h = 30 \times 1.2 = 36\text{ mm}$$

W związku z powyższym ściana D1 o grubości 120 mm cegły silikatowej o gęstości $\rho=1.6\text{ g cm}^{-3}$ nie potrzebuje dodatkowej osłony.

STROP (oddział intensywnej terapii – I piętro)

$D = 8.7\mu\text{Gy/tydz.}$
 $l = 1\text{ m}$
 $t = 0.003\text{ h}$
 $I = 300\text{ mA}$
 $U = 1$
 $T = 1$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 1^2}{0.003 \times 300} = \frac{8.7}{0.9} = 9.67 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1 i 2.5.2.2. oraz rys. 3 i 4 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 1.5 mm Pb, co odpowiada 120 mm betonu o gęstości $\rho=2.2\text{ g cm}^{-3}$ lub 150 mm cegły pełnej o gęstości $\rho=7.8\text{ g cm}^{-3}$. Strop wykonany z żelbetonu o grubości 180 mm nie potrzebuje dodatkowej osłony.



**ZESTAWIENIE GRUBOŚCI OSŁON DLA PRACOWNI RENTGENOWSKIEJ Z
OGÓLNODIAGNOSTYCZNYM APARATEM RENTGENOWSKIM Multix Fusion**
odczyt dla U = 150 kV (wg. PN – 86/J – 80001)
Grubość podano w mm

Miejsce osłanianie	Wymagana grubość osłony z ołowiu (mm)	Wymagana grubość osłony z betonu 2.2 g cm ⁻³ (mm)	Wymagana grubość osłony z cegły pełnej 1.9 g cm ⁻³ (mm)	Wymagana grubość osłony ze stali 7.8 g cm ⁻³ (mm)	Wymagana grubość osłony z cegły silikatowej 1.6 g cm ⁻³ (mm)	Istniejąca osłona	Dodatkowa osłona
A+E	2	160	200	-	240	120 mm cegła silikatowa	Ściana + 120 mm cegły silikatowej lub 1 mm Pb
B	0.2	16	20	2.2	24	250 mm cegła silikatowa	Okno – rolety 0.2 mm Pb lub 2.2 mm stali
C	1	80	100	11	120	120 mm cegła silikatowa	Drzwi – 1 mm Pb lub 11 mm stali
D	0.8	64	80	8.8	96	120 mm cegła silikatowa	Drzwi – 0.8 mm Pb lub 8.8 mm stali
D1	0.3	24	30	3.3	36	120 mm cegła silikatowa	Drzwi – 0.3 mm Pb lub 3.3 mm stali
strop	1.5	120	150	-	-	180 mm żelbeton	-
Podłoga	-	-	-	-	-	180 mm żelbeton	-

Ściana A (pomieszczenie pro – morte) - grubość wymaganej osłony wynosi 2 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej potrzebuje dodatkowej osłony np. 120 mm cegły silikatowej lub 1 mm Pb.

Ściana B (podwórze, okno) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.2 mm Pb. Ściana o grubości 250 mm wykonana z cegły silikatowej jest wystarczającym zabezpieczeniem. Okno zabezpieczone roletami 0.2 mm Pb lub 2.2 mm stali

Ściana C (pomieszczenie rejestracyjno – opisowe, poczekalnia, drzwi) - grubość wymaganej osłony wynosi 1 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej nie potrzebuje dodatkowej osłony. Drzwi zabezpieczone 1 mm Pb lub wykonane ze stali o grubości 11 mm.

Ściana D (kabina, drzwi) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.8 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej nie potrzebuje dodatkowej osłony. Drzwi zabezpieczone 0.8 mm Pb lub wykonane ze stali o grubości 8.8 mm.



Ściana D1 (sterownia, drzwi) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.3 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej nie potrzebuje dodatkowej osłony. Drzwi zabezpieczone 0.3 mm Pb lub wykonane ze stali o grubości 3.3 mm.

Strop (oddział intensywnej terapii – I piętro) - grubość wymaganej osłony wynosi 1.5 mm Pb. Strop wykonany z żelbetonu o grubości 180 mm stanowi wystarczającą osłonę.

Podłoga – brak pomieszczeń - podłoga wykonana z żelbetonu o grubości 180 mm stanowi wystarczającą osłonę.

Opracował: mgr inż. Renata Hausa
Inspektor Ochrony Radiologicznej