



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

***Dokumentacja techniczna z obliczeniem osłon stałych  
dla 3 sal operacyjnych  
z zainstalowanymi aparatami rentgenowskimi do  
radiologii zabiegowej z ramieniem C  
typu Cios Connect***

Listopad -2016

## **Spis treści:**

### **I. Część opisowa**

str.3-4

Inwestor  
Podstawa opracowania  
Lokalizacja  
Oświetlenie  
Wentylacja  
Dodatkowe wyposażenie zabezpieczające

### **II. Część obliczeniowa**

str. 4-12

### **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**

Sale operacyjne zlokalizowana są na I piętrze Krakowskiego Centrum Rehabilitacji i Ortopedii w Krakowie przy ul. Modrzewiowej 22 w pomieszczeniach nr 1026, 1027 i 1028. Rozmieszczenie pomieszczeń przedstawia – **rysunek nr 1 – projekt budowlany.**



#### **4. Oświetlenie.**

W salach operacyjnych i diagnostyki obrazowej stosuje się wyłącznie oświetlenie elektryczne. W przypadku gdy nie stanowi to utrudnienia przy wykonywaniu zabiegów operacyjnych i 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).

#### **5. Wentylacja.**

W blokach operacyjnych stosuje się wentylację nawiewno – wywiewną lub klimatyzację zapewniającą parametry jakości powietrza dostosowane do funkcji tych pomieszczeń.

W salach operacyjnych oraz innych pomieszczeniach, w których podtlenek azotu jest stosowany do znieczulenia, nawiew powietrza odbywa się górną, a wyciąg powietrza w 20% górną i w 80% dołem i zapewnia nadciśnienie w stosunku do korytarza, rozmieszczenie punktów nawiewu nie może powodować przepływu powietrza od strony głowy pacjenta przez pole operacyjne

#### **6. Dodatkowe wyposażenie zabezpieczające.**

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

#### **7. Dane techniczne aparatu.**

Aparat rentgenowski typu Cios Connect posiada następujące parametry:

- maksymalne napięcie anodowe lampy – 110 kV;
- natężenie prądu anodowego lampy – 25 mA;
- filtracja całkowita – 3 mmAl



## 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. –  $5.22 \times 10^{-3}$  cGy/tydz;**
- Dla pomieszczeń sąsiadujących (poza pracownią rentgenowską):  
**0.5 mSv/rok – 0.01 mSv/tydz. –  $8.7 \times 10^{-4}$  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. –  $8.7 \times 10^{-4}$  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<sub>0</sub>- 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.**

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

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.

##### **1.1.4.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym bez uwzględnienia promieniowania ubocznego.**

###### **Zredukowana moc dawki**

$$C_2 = \frac{D \times l^2 \times f^2}{t \times I \times s}$$

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.

s- rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego, na którą pada promieniowanie, na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiązki pierwotnej promieniowania w odległości f, (m<sup>2</sup>).



### 1.1.5. Osłony przed promieniowaniem ubocznym.

#### Tygodniowa dawka promieniowania ubocznego

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

Gdzie:

$\dot{D}_u^*$  - moc dawki promieniowania ubocznego przyjęta zgodnie z 2.5.4.1 PN-86/J-80001 na podstawie dokumentacji urządzenia lub pomiaru, (cGy/h)

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

Moc dawki  $\dot{D}_u^*$  promieniowania ubocznego zgodnie z pkt. 2.5.4. PN-86/J-80001 przyjmuje się na podstawie dokumentacji urządzenia lub jeżeli istnieje możliwość pomiaru – zmierzyć w miejscu, które ma być osłaniane i określić w cGy/h.

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  $\mu$ Gy/h przy obliczaniu osłony nie należy uwzględniać wpływu promieniowania ubocznego.

## 2. Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem ubocznym.

Producent aparatu rentgenowskiego Cios Connect w dokumentacji urządzenia nie określa wartości mocy dawki  $\dot{D}_u^*$  promieniowania ubocznego. W związku z powyższym 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  $\mu$ 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.





### **3. Obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym dla Sali operacyjnej w pomieszczeniu nr 1028 z zainstalowanym aparatem rentgenowskim do radiologii zabiegowej z ramieniem C typu Cios Connect**

#### **3.1. Lokalizacja.**

Sala operacyjna z zainstalowanym aparatem do radiologii zabiegowej zlokalizowana jest na I piętrze 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 – korytarz;

Ściana B – magazyn, śluz brudna, drzwi;

Ściana C – sala operacyjna 1027;

Ściana D – pomieszczenia przygotowania pacjenta i lekarzy, drzwi;

Podłoga – Centarlina sterylizatornia;

Strop – brak pomieszczeń;

#### **3.1.1. Pomieszczenie pracowni rentgenowskiej.**

Powierzchnia Sali operacyjnej wynosi  $42.58 \text{ m}^2$ , wysokość pomieszczenia 3.3 m.

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

Strop żelbetonowy pełny o grubości 18 cm.

#### **3.2. Założenia:**

- Przewiduje się przyjmowanie około 10 pacjentów dziennie przez 5 dni w tygodniu;
- Czas jednej skopi dla jednego pacjenta średnio – 120 s;
- wiązka główna promieniowania X podczas badań skierowana jest na elektroniczny wzmacniacz obrazu E.W.O.

W związku z tym przyjęto możliwość skierowania promieniowania rozproszonego na wszystkie ściany, strop i posadzkę.

Do obliczeń przyjęto następujące parametry aparatu: 100 kV i 25 mA

#### **3.3. Obliczenia czasu (t) narażenia na promieniowanie X**

$$t_0 = 10 \text{ pacjentów dziennie} \times 120 \text{ s} \times 5 \text{ dni} = 6000 \text{ s/tydz}$$

##### **1) dla stałego przebywania osób:**

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

$$t = 1 \times 1 \times 6000 \text{ s} = 6000 \text{ s} = 100 \text{ min} = 1.66 \text{ h}$$

##### **2) dla czasowego przebywania osób:**



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

$$t = 0.25 \times 1 \times 6000 \text{ s} = 1500 \text{ s} = 25 \text{ min} = 0.416 \text{ h}$$

### 3) Dla sporadycznego przebywania osób:

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

$$t = 0.05 \times 1 \times 6000 \text{ s} = 300 \text{ s} = 5 \text{ min} = 0.083 \text{ h}$$

## Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym

### ŚCIANA A (korytarz)

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

$$l = 2.68 \text{ m}$$

$$t = 0.416 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 0.25$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 2.68^2}{0.416 \times 25} = \frac{62.486}{10.4} = 6 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 0.9 mm Pb, co odpowiada 67.5 mm betonu o gęstości  $\rho = 2.2 \text{ g cm}^{-3}$  lub 90 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho = 1.9 \text{ g cm}^{-3}$ . Ściana A wykonana jest z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho = 1.6 \text{ g cm}^{-3}$ .

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

$$X_{\text{silka}} = X_{\text{cegła}} \times h = 90 \times 1.2 = 108 \text{ mm}$$

Potrzebna osłona z cegły silikatowej wynosi 108 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

### ŚCIANA B (magazyn, śluza brudna, drzwi)

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

$$l = 1.93 \text{ m}$$

$$t = 0.416 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 0.25$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 1.93^2}{0.416 \times 25} = \frac{32.4}{10.4} = 3.11 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$



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 1.5 mm Pb, co odpowiada mniej niż 112.5 mm betonu o gęstości  $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$  lub 150 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$  lub 9 mm stali o gęstości  $\rho=7.8 \text{ g cm}^{-3}$ . Ściana B wykonana jest z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ . Drzwi wykonane ze stali o grubości 9 mm lub osłonięte 1.5 mm Pb.

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

$$X_{\text{silka}} = X_{\text{cegła}} \times h = 150 \times 1.2 = 180 \text{ mm}$$

$$180 - 120 = 60 \text{ mm silki}$$

$$\frac{1.5 \times 60}{180} = 0.5 \text{ mm Pb}$$

Potrzebna osłona z cegły silikatowej wynosi 180 mm. W związku z powyższym ściana B wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$  potrzebuje dodatkowej osłony np. 60 mm cegły silikatowej lub 0.5 mm Pb

### ŚCIANA C (sala operacyjna 1027)

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

$$l = 2.65 \text{ m}$$

$$t = 1.66 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 1$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 2.65^2}{1.66 \times 25} = \frac{61.09}{41.5} = 1.47 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 1.8 mm Pb, co odpowiada mniej niż 135 mm betonu o gęstości  $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$  lub 180 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$ . Ściana C wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ .

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

$$X_{\text{silka}} = X_{\text{cegła}} \times h = 180 \times 1.2 = 216 \text{ mm}$$

Potrzebna osłona z cegły silikatowej wynosi 216 mm. W związku z powyższym ściana C wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$  potrzebuje dodatkowej osłony



$$216 - 120 = 96 \text{ mm silki}$$

$$\frac{1.8 \times 96}{216} = 0.8 \text{ mm Pb}$$

Potrzebna osłona z cegły silikatowej wynosi 216 mm. W związku z powyższym ściana C wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho = 1.6 \text{ g cm}^{-3}$  potrzebuje dodatkowej osłony np. 96 mm cegły silikatowej lub 0.8 mm Pb

### **ŚCIANA D (pokoje przygotowań lekarzy i pacjentów, drzwi)**

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

$$l = 3.45 \text{ m}$$

$$t = 0.416 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 0.25$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 3.45^2}{0.416 \times 25} = \frac{103.55}{10.4} = 9.95 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 0.7 mm Pb, co odpowiada 52.5 mm betonu o gęstości  $\rho = 2.2 \text{ g cm}^{-3}$  lub 70 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho = 1.9 \text{ g cm}^{-3}$  lub 4.2 mm stali o gęstości  $\rho = 7.8 \text{ g cm}^{-3}$ . Ściana D wykonana jest z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho = 1.6 \text{ g cm}^{-3}$ . Drzwi zabezpieczone 0.7 mm Pb lub wykonane ze stali o grubości 4.2 mm.

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

$$X_{silka} = X_{cegła} \times h = 70 \times 1.2 = 84 \text{ mm}$$

Potrzebna osłona z cegły silikatowej wynosi 84 mm. W związku z powyższym ściana D wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho = 1.6 \text{ g cm}^{-3}$  nie potrzebuje dodatkowej osłony.

### **Podłoga (centralna sterylizatornia)**

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

$$l = 1.7 \text{ m}$$

$$t = 1.66 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 1$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 1.7^2}{1.66 \times 25} = \frac{25.14}{41.5} = 0.6 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$



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 2 mm Pb, co odpowiada 150 mm betonu o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$  lub 200 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$ . Podłoga wykonana z żelbetonu o grubości 180 mm nie potrzebuje dodatkowej osłony.

#### **4. Obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym dla Sali operacyjnej w pomieszczeniu nr 1027 z zainstalowanym aparatem rentgenowskim do radiologii zabiegowej z ramieniem C typu Cios Connect**

##### **4.1. Lokalizacja.**

Sala operacyjna z zainstalowanym aparatem do radiologii zabiegowej zlokalizowana jest na I piętrze 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 B1 – magazyn, śluza brudna, drzwi;

Ściana C – sala operacyjna 1028;

Ściana E – sala operacyjna 1026

Ściana D1 – pomieszczenia przygotowania pacjenta i lekarzy, drzwi;

Podłoga – Centralna sterylizatornia;

Strop – brak pomieszczeń;

##### **4.1.1. Pomieszczenie pracowni rentgenowskiej.**

Powierzchnia sali operacyjnej wynosi  $42.57 \text{ m}^2$ , wysokość pomieszczenia 3.3 m.

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

Strop żelbetonowy pełny o grubości 18 cm.

##### **4.2. Założenia:**

- Przewiduje się przyjmowanie około 10 pacjentów dziennie przez 5 dni w tygodniu;
- Czas jednej skopi dla jednego pacjenta średnio – 120 s;
- wiązka główna promieniowania X podczas badań skierowana jest na elektroniczny wzmacniacz obrazu E.W.O.

W związku z tym przyjęto możliwość skierowania promieniowania rozproszonego na wszystkie ściany, strop i posadzkę.

Do obliczeń przyjęto następujące parametry aparatu: 100 kV i 25 mA.



#### 4.3. Obliczenia czasu (t) narażenia na promieniowanie X

$$t_0 = 10 \text{ pacjentów dziennie} \times 120 \text{ s} \times 5 \text{ dni} = 6000 \text{ s/tydz}$$

1) dla stałego przebywania osób:

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

$$t = 1 \times 1 \times 6000 \text{ s} = 6000 \text{ s} = 100 \text{ min} = 1.66 \text{ h}$$

2) dla czasowego przebywania osób:

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

$$t = 0.25 \times 1 \times 6000 \text{ s} = 1500 \text{ s} = 25 \text{ min} = 0.416 \text{ h}$$

3) Dla sporadycznego przebywania osób:

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

$$t = 0.05 \times 1 \times 6000 \text{ s} = 300 \text{ s} = 5 \text{ min} = 0.083 \text{ h}$$

#### Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym

ŚCIANA B1 (magazyn, śluza brudna, drzwi)

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

$$l = 1.93 \text{ m}$$

$$t = 0.416 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 0.25$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 1.93^2}{0.416 \times 25} = \frac{32.4}{10.4} = 3.11 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 1.5 mm Pb, co odpowiada mniej niż 112.5 mm betonu o gęstości  $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$  lub 150 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$  lub 9 mm stali o gęstości  $\rho=7.8 \text{ g cm}^{-3}$ . Ściana B1 wykonana jest z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ . Drzwi wykonane ze stali o grubości 9 mm lub osłonięte 1.5 mm Pb.

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

$$X_{silka} = X_{cegła} \times h = 150 \times 1.2 = 180 \text{ mm}$$

$$180 - 120 = 60 \text{ mm silki}$$

$$\frac{1.5 \times 60}{180} = 0.5 \text{ mm Pb}$$



Potrzebna osłona z cegły silikatowej wynosi 180 mm. W związku z powyższym ściana B1 wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$  potrzebuje dodatkowej osłony np. 60 mm cegły silikatowej lub 0.5 mm Pb

### ŚCIANA C (sala operacyjna 1028)

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

$$l = 2.68 \text{ m}$$

$$t = 1.66 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 1$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 2.68^2}{1.66 \times 25} = \frac{62.486}{41.5} = 1.5 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 1.5 mm Pb, co odpowiada 112.5 mm betonu o gęstości  $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$  lub 150 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$ . Ściana C wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ .

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

$$X_{silka} = X_{cegła} \times h = 150 \times 1.2 = 180\text{mm}$$

$$180 - 120 = 60 \text{ mm silki}$$

$$\frac{1.5 \times 60}{180} = 0.5 \text{ mm Pb}$$

Potrzebna osłona z cegły silikatowej wynosi 180 mm. W związku z powyższym ściana C wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$  potrzebuje dodatkowej osłony np. 60 mm cegły silikatowej lub 0.5 mm Pb.

### ŚCIANA E (sala operacyjna 1026)

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

$$l = 2.65 \text{ m}$$

$$t = 1.66 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 1$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 2.65^2}{1.66 \times 25} = \frac{61.09}{41.5} = 1.47 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$



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 1.8 mm Pb, co odpowiada mniej niż 135 mm betonu o gęstości  $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$  lub 180 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$ . Ściana E wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ .

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

$$X_{\text{silka}} = X_{\text{cegła}} \times h = 180 \times 1.2 = 216 \text{ mm}$$

Potrzebna osłona z cegły silikatowej wynosi 216 mm. W związku z powyższym ściana E wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$  potrzebuje dodatkowej osłony

$$216 - 120 = 96 \text{ mm silki}$$

$$\frac{1.8 \times 96}{216} = 0.8 \text{ mm Pb}$$

Potrzebna osłona z cegły silikatowej wynosi 216 mm. Ściana E wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$  potrzebuje dodatkowej osłony np. 96 mm cegły silikatowej lub 0.8 mm Pb

### ŚCIANA D1 (pokoje przygotowań lekarzy i pacjentów, drzwi)

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

$$l = 3.43 \text{ m}$$

$$t = 0.416 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 0.25$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 3.43^2}{0.416 \times 25} = \frac{102.35}{10.4} = 9.84 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 0.7 mm Pb, co odpowiada 52.5 mm betonu o gęstości  $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$  lub 70 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$  lub 4.2 mm stali o gęstości  $\rho=7.8 \text{ g cm}^{-3}$ . Ściana D1 wykonana jest z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ . Drzwi zabezpieczone 0.7 mm Pb lub wykonane ze stali o grubości 4.2 mm.

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

$$X_{\text{silka}} = X_{\text{cegła}} \times h = 70 \times 1.2 = 84 \text{ mm}$$





Potrzebna osłona z cegły silikatowej wynosi 84 mm. W związku z powyższym ściana D1 wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$  nie potrzebuje dodatkowej osłony.

### **Podłoga (centralna sterylizatornia)**

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

$$l = 1.7 \text{ m}$$

$$t = 1.66 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 1$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 1.7^2}{1.66 \times 25} = \frac{25.14}{41.5} = 0.6 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 2 mm Pb, co odpowiada 150 mm betonu o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$  lub 200 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$ . Podłoga wykonana z żelbetonu o grubości 180 mm nie potrzebuje dodatkowej osłony.

## **5. Obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym dla Sali operacyjnej w pomieszczeniu nr 1026 z zainstalowanym aparatem rentgenowskim do radiologii zabiegowej z ramieniem C typu Cios Connect**

### **5.1. Lokalizacja.**

Sala operacyjna z zainstalowanym aparatem do radiologii zabiegowej zlokalizowana jest na I piętrze 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 B2 – magazyn, śluza brudna, drzwi;

Ściana F – śluza;

Ściana E – sala operacyjna 1027

Ściana D2 – pomieszczenia przygotowania pacjenta i lekarzy, drzwi;

Podłoga – Centralna sterylizatornia;

Strop – brak pomieszczeń;

#### **5.1.1. Pomieszczenie pracowni rentgenowskiej.**

Powierzchnia Sali operacyjnej wynosi  $40.91 \text{ m}^2$ , wysokość pomieszczenia 3.3 m.



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

Strop żelbetonowy pełny o grubości 18 cm.

## 5.2. Założenia:

- Przewiduje się przyjmowanie około 10 pacjentów dziennie przez 5 dni w tygodniu;
- Czas jednej skopii dla jednego pacjenta średnio – 120 s;
- wiązka główna promieniowania X podczas badań skierowana jest na elektroniczny wzmacniacz obrazu E.W.O.

W związku z tym przyjęto możliwość skierowania promieniowania rozproszonego na wszystkie ściany, strop i posadzkę.

Do obliczeń przyjęto następujące parametry aparatu: 100 kV i 25 mA

## 5.3. Obliczenia czasu (t) narażenia na promieniowanie X

$$t_0 = 10 \text{ pacjentów dziennie} \times 120 \text{ s} \times 5 \text{ dni} = 6000 \text{ s/tydz}$$

### 1) dla stałego przebywania osób:

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

$$t = 1 \times 1 \times 6000 \text{ s} = 6000 \text{ s} = 100 \text{ min} = 1.66 \text{ h}$$

### 2) dla czasowego przebywania osób:

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

$$t = 0.25 \times 1 \times 6000 \text{ s} = 1500 \text{ s} = 25 \text{ min} = 0.416 \text{ h}$$

### 3) Dla sporadycznego przebywania osób:

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

$$t = 0.05 \times 1 \times 6000 \text{ s} = 300 \text{ s} = 5 \text{ min} = 0.083 \text{ h}$$

## Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym

### ŚCIANA B2 (magazyn, śluza brudna, drzwi)

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

$$l = 1.93 \text{ m}$$

$$t = 0.416 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 0.25$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 1.93^2}{0.416 \times 25} = \frac{32.4}{10.4} = 3.11 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$



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 1.5 mm Pb, co odpowiada mniej niż 112.5 mm betonu o gęstości  $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$  lub 150 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$  lub 9 mm stali o gęstości  $\rho=7.8 \text{ g cm}^{-3}$ . Ściana B2 wykonana jest z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ . Drzwi wykonane ze stali o grubości 9 mm lub osłonięte 1.5 mm Pb.

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

$$X_{\text{silka}} = X_{\text{cegła}} \times h = 150 \times 1.2 = 180 \text{ mm}$$

$$180 - 120 = 60 \text{ mm silki}$$

$$\frac{1.5 \times 60}{180} = 0.5 \text{ mm Pb}$$

Potrzebna osłona z cegły silikatowej wynosi 180 mm. W związku z powyższym ściana B2 wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$  potrzebuje dodatkowej osłony np. 60 mm cegły silikatowej lub 0.5 mm Pb

### ŚCIANA F (śluga)

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

$$l = 2.65 \text{ m}$$

$$t = 0.416 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 0.25$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 2.65^2}{0.416 \times 25} = \frac{61.09}{10.4} = 5.87 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 75 mm betonu o gęstości  $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$  lub 100 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$ . Ściana F wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ .

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

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

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



### ŚCIANA E (sala operacyjna 1027)

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

$$l = 2.45 \text{ m}$$

$$t = 1.66 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 1$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 2.45^2}{1.66 \times 25} = \frac{52.22}{41.5} = 1.26 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 1.5 mm Pb, co odpowiada mniej niż 112.5 mm betonu o gęstości  $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$  lub 150 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$ . Ściana E wykonana jest z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ .

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

$$X_{\text{silka}} = X_{\text{cegła}} \times h = 150 \times 1.2 = 180 \text{ mm}$$

$$180 - 120 = 60 \text{ mm silki}$$

$$\frac{1.5 \times 60}{180} = 0.5 \text{ mm Pb}$$

Potrzebna osłona z cegły silikatowej wynosi 180 mm. W związku z powyższym ściana E wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$  potrzebuje dodatkowej osłony np. 60 mm cegły silikatowej lub 0.5 mm Pb

### ŚCIANA D2 (pokoje przygotowań lekarzy i pacjentów, drzwi)

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

$$l = 3.45 \text{ m}$$

$$t = 0.416 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 0.25$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 3.45^2}{0.416 \times 25} = \frac{103.55}{10.4} = 9.95 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 0.7 mm Pb, co odpowiada 52.5 mm betonu o gęstości  $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$  lub 70 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$  lub 4.2 mm stali o gęstości  $\rho=7.8 \text{ g cm}^{-3}$ . Ściana D2 wykonana



jest z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$ . Drzwi zabezpieczone 0.7 mm Pb lub wykonane ze stali o grubości 4.2 mm.

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

$$X_{silka} = X_{cegła} \times h = 70 \times 1.2 = 84 \text{ mm}$$

Potrzebna osłona z cegły silikatowej wynosi 84 mm. W związku z powyższym ściana D2 wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości  $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$  nie potrzebuje dodatkowej osłony.

### **Podłoga (centralna sterylizatornia)**

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

$$l = 2 \text{ m}$$

$$t = 1.66 \text{ h}$$

$$I = 25 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 1$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 2^2}{1.66 \times 25} = \frac{34.8}{41.5} = 0.8 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 2 mm Pb, co odpowiada 150 mm betonu o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$  lub 200 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$ . Podłoga wykonana z żelbetonu o grubości 180 mm nie potrzebuje dodatkowej osłony.

## 6.WNIOSKI

### 6.1. ZESTAWIENIE GRUBOŚCI OSŁON DLA SALI OPERACYJNEJ NR 1028 Z ZAINSTALOWANYM APARATEM RTG CIOS CONNECT

odczyt dla U = 100 kV ( wg. PN – 86/J – 80001)

Grubość podano w mm

Miejsce osłanianie	Wymagana grubość osłony z ołowiu (mm)	Wymagana grubość osłony z betonu $2.2 \text{ g cm}^{-3}$ (mm)	Wymagana grubość osłony z cegły pełnej $1.9 \text{ g cm}^{-3}$ (mm)	Wymagana grubość osłony ze stali $7.8 \text{ g cm}^{-3}$ (mm)	Wymagana grubość osłony z cegły silikatowej $1.6 \text{ g cm}^{-3}$ (mm)	Istniejąca osłona	Dodatkowa osłona
A	0.9	67.5	90	-	108	120 mm cegła silikatowa	-
B	1.5	112.5	150	9	180	120 mm cegła silikatowa	Ściana- 60 mm cegły silikatowej lub 0.5 mm Pb, Drzwi 9 mm stali lub 1.5 mm Pb
C	1.8	135	180	-	216	120 mm cegła silikatowa	Ściana -0.8 mm Pb lub 96 mm cegły silikatowej
D	0.7	52.5	70	4.2	84	120 mm cegła silikatowa	Drzwi 0.7 mm Pb lub 4.2 mm stali
strop	-	-	-	-	-	180 mm żelbeton	-
Podłoga	2	150	200	-	-	180 mm żelbeton	-

**Ściana A (korytarz)** - grubość wymaganej osłony wynosi 0.9 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej jest wystarczającym zabezpieczeniem.

**Ściana B (magazyn, śluza brudna , drzwi)** - grubość wymaganej osłony wynosi 1.5 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej potrzebuje dodatkowej osłony np. 60 mm cegły silikatowej lub 0.5 mm Pb. Drzwi wykonane ze stali o grubości 9 mm lub zabezpieczone 1.5 mm Pb.

**Ściana C (sala operacyjna 1027)** - grubość wymaganej osłony wynosi 1.8 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej potrzebuje dodatkowej osłony np. 0.8 mm Pb lub 96 mm cegły silikatowej.



**Ściana D (pomieszczenia przygotowania lekarzy, pacjentów, drzwi)** - grubość wymaganej osłony wynosi 0.7 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej nie potrzebuje dodatkowej osłony. Drzwi powinny być wykonane ze stali o grubości 4.2 mm lub zabezpieczone ołowiem 0.7 mm Pb.

**Strop** – brak pomieszczeń - Strop wykonany z żelbetonu o grubości 180 mm stanowi wystarczającą osłonę.

**Podłoga** - grubość wymaganej osłony wynosi 2 mm Pb. Podłoga wykonana z żelbetonu o grubości 180 mm stanowi wystarczającą osłonę.

**6.2. ZESTAWIENIE GRUBOŚCI OSŁON DLA SALI OPERACYJNEJ NR 1027 Z  
ZAINSTALOWANYM APARATEM RTG CIOS CONNECT  
odczyt dla U = 100 kV ( wg. PN – 86/J – 80001)  
Grubość podano w mm**

Miejsce osłanianie	Wymagana grubość osłony z ołowiu (mm)	Wymagana grubość osłony z betonu $2.2 \text{ g cm}^{-3}$ (mm)	Wymagana grubość osłony z cegły pełnej $1.9 \text{ g cm}^{-3}$ (mm)	Wymagana grubość osłony ze stali $7.8 \text{ g cm}^{-3}$ (mm)	Wymagana grubość osłony z cegły silikatowej $1.6 \text{ g cm}^{-3}$ (mm)	Istniejąca osłona	Dodatkowa osłona
B1	1.5	112.5	150	9	180	120 mm cegła silikatowa	Ściana- 60 mm cegły silikatowej lub 0.5 mm Pb, Drzwi 9 mm stali lub 1.5 mm Pb
C	1.8	135	180	-	216	120 mm cegła silikatowa	Ściana -0.8 mm Pb lub 96 mm cegły silikatowej
E	1.8	135	180	-	216	120 mm cegła silikatowa	Ściana -0.8 mm Pb lub 96 mm cegły silikatowej
D1	0.7	52.5	70	4.2	84	120 mm cegła silikatowa	Drzwi 0.7 mm Pb lub 4.2 mm stali
strop	-	-	-	-	-	180 mm żelbeton	-
Podłoga	2	150	200	-	-	180 mm żelbeton	-

**Ściana E (sala operacyjna 1026)** - grubość wymaganej osłony wynosi 1.8 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej potrzebuje dodatkowej osłony np. 96 mm cegły silikatowej lub 0.8 mm Pb.

**Ściana B1 (magazyn, śluza brudna , drzwi)** - grubość wymaganej osłony wynosi 1.5 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej potrzebuje dodatkowej osłony



np. 60 mm cegły silikatowej lub 0.5 mm Pb. Drzwi wykonane ze stali o grubości 9 mm lub zabezpieczone 1.5 mm Pb.

**Ściana C (sala operacyjna 1028)** - grubość wymaganej osłony wynosi 1.8 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej potrzebuje dodatkowej osłony np. 96 mm cegły silikatowej lub 0.8 mm Pb.

**Ściana D1 (pomieszczenia przygotowania lekarzy, pacjentów, drzwi)** - grubość wymaganej osłony wynosi 0.7 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej nie potrzebuje dodatkowej osłony. Drzwi powinny być wykonane ze stali o grubości 4.2 mm lub zabezpieczone ołowiem 0.7 mm Pb.

**Strop** – brak pomieszczeń - Strop wykonany z żelbetonu o grubości 180 mm stanowi wystarczającą osłonę.

**Podłoga** - grubość wymaganej osłony wynosi 2 mm Pb. Podłoga wykonana z żelbetonu o grubości 180 mm stanowi wystarczającą osłonę.

**6.3. ZESTAWIENIE GRUBOŚCI OSŁON DLA SALI OPERACYJNEJ NR 1026 Z  
ZAINSTALOWANYM APARATEM RTG CIOS CONNECT  
odczyt dla U = 100 kV ( wg. PN – 86/J – 80001)  
Grubość podano w mm**

Miejsce osłanianie	Wymagana grubość osłony z ołowiu (mm)	Wymagana grubość osłony z betonu $2.2 \text{ g cm}^{-3}$ (mm)	Wymagana grubość osłony z cegły pełnej $1.9 \text{ g cm}^{-3}$ (mm)	Wymagana grubość osłony ze stali $7.8 \text{ g cm}^{-3}$ (mm)	Wymagana grubość osłony z cegły silikatowej $1.6 \text{ g cm}^{-3}$ (mm)	Istniejąca osłona	Dodatkowa osłona
F	1	75	100	-	120	120 mm cegła silikatowa	-
B2	1.5	112.5	150	9	180	120 mm cegła silikatowa	Ściana -0.8 mm Pb lub 96 mm cegły silikatowej
E	1.8	135	180	-	216	120 mm cegła silikatowa	Ściana -0.8 mm Pb lub 96 mm cegły silikatowej
D2	0.7	52.5	70	4.2	84	120 mm cegła silikatowa	Drzwi 0.7 mm Pb lub 4.2 mm stali
strop	-	-	-	-	-	180 mm żelbeton	-
Podłoga	2	150	200	-	-	180 mm żelbeton	-





**Ściana F (śluza)** - grubość wymaganej osłony wynosi 1 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej jest wystarczającym zabezpieczeniem.

**Ściana B2 (magazyn, śluza brudna , drzwi)** - grubość wymaganej osłony wynosi 1.5 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej potrzebuje dodatkowej osłony np. 60 mm cegły silikatowej lub 0.5 mm Pb. Drzwi wykonane ze stali o grubości 9 mm lub zabezpieczone 1.5 mm Pb.

**Ściana E (sala operacyjna 1027)** - grubość wymaganej osłony wynosi 1.8 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej potrzebuje dodatkowej osłony np. 96 mm cegły silikatowej lub 0.8 mm Pb.

**Ściana D2 (pomieszczenia przygotowania lekarzy, pacjentów, drzwi)** - grubość wymaganej osłony wynosi 0.7 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej nie potrzebuje dodatkowej osłony. Drzwi powinny być wykonane ze stali o grubości 4.2 mm lub zabezpieczone ołowiem 0.7 mm Pb.

**Strop** – brak pomieszczeń - Strop wykonany z żelbetonu o grubości 180 mm stanowi wystarczającą osłonę.

**Podłoga** - grubość wymaganej osłony wynosi 2 mm Pb. Podłoga wykonana z żelbetonu o grubości 180 mm stanowi wystarczającą osłonę.

**Opracował: mgr inż. Renata Hausa**  
**Inspektor Ochrony Radiologicznej**