



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

***Dokumentacja techniczna z obliczeniem osłon stałych
dla pracowni rentgenowskiej
z zainstalowanym aparatem rentgenowskim do
densytometrii
typu Dexam T Osteosys***

listopad -2016

Spis treści:

I. Część opisowa

str.3-4

Inwestor
Podstawa opracowania
Lokalizacja
Oznakowanie pomieszczeń
Wentylacja
Oświetlenie
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

Pracownia rentgenowska zlokalizowana jest na parterze Krakowskiego Centrum Rehabilitacji i Ortopedii w Krakowie przy ul. Modrzewiowej 22 w pomieszczeniu nr 05. 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).

7. 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

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. Oslony 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.

2. Obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym dla pracowni rentgenowskiej z zainstalowanym aparatem rentgenowskim do densytometrii typu Dexxum T Osteosys.

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 rejestracyjno - opisowe;

Ściana B – podwórze, okno;

Ściana C – gabinet diagnostyczny - USG;

Ściana D – poczekalnia, drzwi;

Podłoga – brak pomieszczeń-grunt;

Strop – I piętro – oddział intensywnej terapii;



2.1.1. Pomieszczenie pracowni rentgenowskiej.

Powierzchnia pracowni rentgenowskiej wynosi 12.69 m^2 , wysokość pomieszczenia 3 m.

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

Strop żelbetonowy pełny o grubości 18 cm.

2.2. Dane techniczne aparatu.

Aparat rentgenowski do densytometrii kości typu DEXXUM T Osteosys posiada następujące parametry:

- maksymalne napięcie anodowe lampy – 110 kV;
- natężenie prądu anodowego lampy – 1.5 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 – 85 s przy szybkiej prędkości skanowania i 187 s przy normalnej prędkości skanowania;

Do obliczeń przyjęto następujące parametry aparatu: 110 kV i 1.5 mA

2.4. Obliczenia czasu (t) narażenia na promieniowanie X

$$t_0 = 10 \text{ pacjentów dziennie} \times 187 \text{ s} \times 5 \text{ dni} = 9350 \text{ s/tydz}$$

1) dla stałego przebywania osób:

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

$$t = 1 \times 1 \times 9350 \text{ s} = 9350 \text{ s} = 155.8 \text{ min} = 2.59 \text{ h}$$

2) dla czasowego przebywania osób:

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

$$t = 0.25 \times 1 \times 9350 \text{ s} = 2337.5 \text{ s} = 38.9 \text{ min} = 0.649 \text{ h}$$

3) Dla sporadycznego przebywania osób:

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

$$t = 0.05 \times 1 \times 9350 \text{ s} = 467.5 \text{ s} = 7.79 \text{ min} = 0.129 \text{ h}$$



Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym

ŚCIANA A (pomieszczenie rejestracyjno - opisowe)

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

$$l = 1.33 \text{ m}$$

$$t = 2.59 \text{ h}$$

$$I = 1.5 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 1$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 1.33^2}{2.59 \times 1.5} = \frac{15.39}{3.88} = 3.97 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 A wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i gęstości $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$.

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

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

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

ŚCIANA B (podwórze, okno)

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

$$l = 0.69 \text{ m}$$

$$t = 0.129 \text{ h}$$

$$I = 1.5 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 0.05$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 0.69^2}{0.129 \times 1.5} = \frac{4.14}{0.193} = 21.46 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 45 mm betonu o gęstości $\rho=2.2 \text{ g cm}^{-3}$ lub 60 mm cegły pełnej o gęstości $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$ lub 6 mm stali o $\rho=7.8 \text{ g cm}^{-3}$. Ściana B wykonana jest z cegły silikatowej o grubości 250 mm i gęstości $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$. Okno osłonięte roletami 0.6 mm Pb lub stalowymi 6 mm.

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



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

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

ŚCIANA C (gabinet USG)

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

$$l = 1.17 \text{ m}$$

$$t = 2.59 \text{ h}$$

$$I = 1.5 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 1$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 1.17^2}{2.59 \times 1.5} = \frac{17.3}{3.88} = 4.46 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 C wykonana z cegły silikatowej o grubości 120 mm i $\rho=1.6 \text{ g cm}^{-3}$

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

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

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

ŚCIANA D (poczekalnia, drzwi)

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

$$l = 1.32 \text{ m}$$

$$t = 0.649 \text{ h}$$

$$I = 1.5 \text{ mA}$$

$$U = 1$$

$$T = 0.25$$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 1.32^2}{0.649 \times 1.5} = \frac{15.16}{0.97} = 15.62 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 0.6 mm Pb, co odpowiada 45 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 D 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.

Drzwi

$D = 8.7 \text{ μGy/tydz.}$

$l = 1.44 \text{ m}$

$t = 0.649 \text{ h}$

$I = 1.5 \text{ mA}$

$U = 1$

$T = 0.25$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 1.44^2}{0.649 \times 1.5} = \frac{18.04}{0.97} = 18.60 \text{ μGyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

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 0.6 mm Pb, co odpowiada 3.6 mm stali o gęstości $\rho=7.8 \text{ g cm}^{-3}$.

STROP (oddział intensywnej terapii – I piętro)

$D = 8.7 \text{ μGy/tydz.}$

$l = 1.3 \text{ m}$

$t = 2.59 \text{ h}$

$I = 1.5 \text{ mA}$

$U = 1$

$T = 1$

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} = \frac{8.7 \times 1.3^2}{2.59 \times 1.5} = \frac{14.703}{3.885} = 3.784 \text{ μGyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1 i 2.5.2.2. oraz rys. 3 i 4 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony z ołowiu 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 $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$. Strop wykonany z żelbetonu o grubości 180 mm i $\rho=2.3 \text{ g cm}^{-3}$ nie potrzebuje dodatkowej osłony.



**ZESTAWIENIE GRUBOŚCI OSŁON DLA PRACOWNI RENTGENOWSKIEJ Z
DENSYTOMETREM RENTGENOWSKIM DEXXUM T Osteosys
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 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	1	75	100	-	120	120 mm cegła silikatowa	-
B	0.6	45	60	6	72	250 mm cegła silikatowa	Okno – rolety 0.6 mm Pb lub 6 mm stali
C	0.9	67.5	90	-	108	120 mm cegła silikatowa	-
D	0.6	45	60	3.6	72	120 mm cegła silikatowa	Drzwi 0.6 mm Pb lub 3.6 mm stali
strop	1	75	100	-	-	180 mm żelbeton	-
Podłoga	-	-	-	-	-	180 mm żelbeton	-

Ściana A (pomieszczenie rejestracyjno - opisowe) - grubość wymaganej osłony wynosi 1 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Ściana B (podwórze, okno) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.6 mm Pb. Ściana o grubości 250 mm wykonana z cegły silikatowej jest wystarczającym zabezpieczeniem. Okno zabezpieczone roletami 0.6 mm Pb lub 6 mm stali.

Ściana C (gabinet USG) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.9 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej nie potrzebuje dodatkowej osłony.

Ściana D (poczekalnia, drzwi) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.6 mm Pb. Ściana o grubości 120 mm wykonana z cegły silikatowej nie potrzebuje dodatkowej osłony. Drzwi wykonane ze stali o grubości 3.6 mm lub zabezpieczone np. 0.6 mm Pb.

Strop (oddział intensywnej terapii – I piętro) - grubość wymaganej osłony wynosi 1 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

