

Szpital Powiatowy
im. Alfreda Sokółowskiego w Złotowie
ul. Szpitalna 28, 77-400 Złotów

**OBLICZANIE OSŁON STAŁYCH
PRZED PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM DLA
PRACOWNI Z TOMOGRAFEM KOMPUTEROWYM
SOMATOM SCOPE POWER**

Październik 2016

Szpital Powiatowy
im. Alfreda Sokołowskiego w Złotowie
ul. Szpitalna 28, 77-400 Złotów

I. Część opisowa

Podstawa opracowania.

- Projekt budowlany;
- Polska Norma Obliczeniowa PN – 86/J-80001;

- **Ustawa z dnia 29 listopada 2000r.– Prawo atomowe** (z 2014 poz.1512 z p. zm.);
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 kwietnia 2004 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. Nr 220, poz. 1851);

- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r.** w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz.U. 2006 nr 180 poz. 1325);

- **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 18 lutego 2011 r.** w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych oraz sposobu wykonywania kontroli wewnętrznej nad przestrzeganiem tych warunków (z 2013 r. poz. 1015 z późn. zm.).

- **Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006r.** w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanych w celach medycznych warunków bezpiecznego stosowania promieniowania (Dz.U. 180 poz. 1325).

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

Szpital Powiatowy
im. Alfreda Sokołowskiego w Złotowie
ul. Szpitalna 28, 77-400 Złotów

Pracownia tomografii komputerowej znajduje się na wysokim parterze budynku Szpitala, nastąpi wymiana tomografu na tomograf Somatom Scope Power firmy SIEMENS.

1. Lokalizacja.

Powierzchnia pracowni wynosi 23.7 m², a wysokość 3.0 m.

Pracownia TK sąsiaduje z:

AB – wolna przestrzeń, trawnik;

BC – holl szpitalny;

CD – korytarz, drzwi;

DA – sterownia, drzwi;

Strop – pomieszczenie wypoczynku lekarzy;

Posadzka – kaplica.

2. Wymagania dla pracowni.

2.1 Ustawienie aparatu w gabinecie rtg zapewni swobodny dostęp do pacjenta co najmniej z dwóch stron, a odległość ogniska lampy od najbliższej ściany wynosić będzie 1,5 metra przy pionowym kierunku wiązki promieniowania.

2.2 Konstrukcja ścian i stropów oraz okien i drzwi oraz zainstalowane urządzenia ochronne w pracowni rentgenowskiej powinny zabezpieczać osoby pracujące :

- w gabinecie rtg przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 6 mSv,
- w pomieszczeniach pracowni rtg poza gabinetem rtg przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 3 mSv,
- w pomieszczeniach poza pracownią rtg, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 0.5 mSv,
- w budynkach mieszkalnych – 0.1 mSv.

3 Wentylacja .

W pracowni tomografii komputerowej jest zainstalowana, sprawna wentylacja zapewniająca 1,5 - krotną wymianę powietrza na godzinę.

Winna być zapewniona odpowiednia temperatura ($24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ i wilgotność 30-60 %) wymagana przez producenta aparatu.

Istniejący budynek szpitala, pracownia TK.

Szpital Powiatowy
im. Alfreda Sokołowskiego w Złotowie
ul. Szpitalna 28, 77-400 Złotów

4. Wyposażenie technologiczne.

Tomograf Somatom Scope Power, w skład wchodzi:

- lampa Straton MX,
- konsola operatorska (sterownia, monitory, klawiatura),
- gantry,
- stół pacjenta,
- tablica rozdzielcza,
- generator,
- strzykawka automatyczna.

5. Wyposażenie dodatkowe pracowni rentgenowskiej.

Pracownia rtg wyposażona będzie w:

- fartuchy ochronne z gumy ołowiowej,
- osłona na gonady 1 mm Pb,

6. Oznakowanie pomieszczeń.

Drzwi do pracowni oznakowane będą tablicą informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym zgodną ze wzorem określonym w załączniku nr 1 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 22 sierpnia 2006.

7. Oświetlenie ostrzegawcze.

Nad drzwiami prowadzącymi do pracowni TK winna być zamontowana sygnalizacja świetlna-ostrzegawcza, która wskazywać będzie włączenie wyłącznika głównego na tablicy rozdzielczej.

8. Komunikacja pomiędzy personelem i pacjentem.

Musi być zapewniona łączność głosowa i wizualna pomiędzy personelem przebywającym w sterowni, a pacjentem w pracowni TK.

Szpital Powiatowy
im. Alfreda Sokołowskiego w Złotowie
ul. Szpitalna 28, 77-400 Złotów

9. WC dla pacjentów i personelu oraz pokój socjalny personelu.

WC dla pacjentów znajduje się obok pracowni..

Toaleta oraz pokój socjalny dla personelu zlokalizowane są w sąsiedztwie pracowni.

10. Obsługa aparatu rtg.

Tomograf będzie obsługiwany ze sterowni.

Badania wykonywać będą lekarze, technicy rtg i pielęgniarki przeszkoleni w tym zakresie. Nadzór nad gabinetem z aparatem rtg sprawować będzie Inspektor Ochrony Radiologicznej.

Personel winien być objęty kontrolą dawek indywidualnych lub środowiska pracy oraz posiadać aktualne badania lekarskie.

Personel posiada certyfikat ze szkolenia „Ochrona Radiologiczna Pacjenta”.

11. Struktura pracowni.

W pracowni badaniom będą poddawani pacjenci szpitalni i ambulatoryjni.

Przewiduje się przyjmowanie około 8 pacjentów dziennie, na jednej zmianie.

Praca w systemie dwuzmianowym. Czas pracy 7.35 h.

Szacowanie czasu pracy lampy rtg przeprowadzono w oparciu o założenie, że podstawowym rodzajem pracy tomografu będzie praca w ustawieniu automatycznym.

Liczba poszczególnych skanów oraz ich długość jest zróżnicowana i zależy od rodzaju badania.

12. Ciemnia

W związku z pełnym skomputeryzowaniem obróbki obrazu, który z aparatu za pomocą połączeń sieciowych wędruje na monitory i tak dokonywany jest odczyt zdjęć.

Badania wydawane są pacjentom na płycie CD.

13 Zalecenia bezpieczeństwa

Tomograf komputerowy będzie sterowany zza szyby ołowiowej (okienko obserwacyjne o odpowiednim równoważniku ołowiu z zamontowaną szybą ołowiową o wym. 100x80 cm

**Szpital Powiatowy
im. Alfreda Sokołowskiego w Złotowie
ul. Szpitalna 28, 77-400 Złotów**

dolna krawędź na wys. 85 cm od poziomu podłogi) za pomocą zestawu komputerowego. Aparat posiada zestaw wyłączników awaryjnych zabezpieczającymi przed ekspozycją, awarią zasilania lub awarią aparatu.

14. Opis istniejących osłon stałych.

Ściana AB – 400 mm cegła pełna o gęstości 1.9 g/cm^3 + 20 mm tynk cementowo-wapienny;

Ściana BC – 400 mm cegła pełna o gęstości 1.9 g/cm^3 + 400 mm siprex o gęstości 0.6 g/cm^3 + 20 mm tynk cementowo-wapienny;

Ściana CD – 250 mm cegła pełna o gęstości 1.9 g/cm^3 + 20 mm tynk cementowo-wapienny;

Ściana DA – 150 mm cegła pełna o gęstości 1.9 g/cm^3 + 20 mm tynk cementowo-wapienny;

Strop – 120 mm płyta gęstożebrowa ceramiczna o gęstości 1.9 g/cm^3 + 120 mm beton o gęstości $2.1\text{-}2.2 \text{ g/cm}^3$ + 20 mm tynk cementowo – wapienny.

Posadzka -120 mm płyta gęstożebrowa ceramiczna o gęstości 1.9 g/cm^3 + 120 mm beton o gęstości $2.1\text{-}2.2 \text{ g/cm}^3$ + 20 mm tynk cementowo – wapienny.

Ściany pracowni będą zbudowane według zestawienia podanego na końcu opracowania.

Ponadto drzwi oraz okienko obserwacyjne zostaną zabezpieczone wg zestawienia podanego na końcu opracowania

15. Dane techniczne aparatu.

- Napięcie na pierwszej lampie: 80 kV - 130 kV;
- Natężenie prądu na lampie 20 - 345 mA
- Filtracja całkowita: 2 mm Al.
- Czas badania – w zależności od rodzaju badania: śr. 13 s

Tomograf posiada testy odbiorcze i specjalistyczne wykonane przez firmę posiadającą uprawnienia na wykonywanie testów.

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 Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20, poz.168) do obliczeń przyjęto następujące wartości dawek:

- Dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące w gabinecie rtg:

$$6 \text{ mSv/rok} - 0.522 \text{ cGy/rok} - 0.01044 \text{ cGy/tydz.} = 104.4 \text{ }\mu\text{Gy/tydz.}$$

- W pracowni rtg poza gabinetem rtg:

$$3 \text{ mSv/rok} - 0.261 \text{ cGy/rok} - 0.00522 \text{ cGy/tydz.} = 52.2 \text{ }\mu\text{Gy/tydz.}$$

Dla osób z ogółu ludności :

$$0.5 \text{ mSv/rok} - 0.0435 \text{ cGy/rok} - 0.87 \times 10^{-3} \text{ cGy/tydz} = 8.7 \text{ }\mu\text{Gy/tydz.}$$

- Dla budynków mieszkalnych:

$$0.1 \text{ mSv/rok} - 0.0087 \text{ cGy/rok.} - 0.000174 \text{ cGy/tydz} = 1.74 \text{ }\mu\text{Gy/tydz..}$$

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

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

w którym:

T- współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu;

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

t₀- maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jednej zmianie, s, min lub h.

Szpital Powiatowy
im. Alfreda Sokołowskiego w Złotowie
ul. Szpitalna 28, 77-400 Złotów

Jeżeli nie udokumentowano innych wartości należy przyjmować:

T=1 – dla miejsc stałego przebywania ludzi (miejsca 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.

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

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*min⁻¹*m²*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.

Zredukowana moc dawki

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

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. dane do obliczeń.

Przewiduje się przyjmowanie około 10 pacjentów na jednej zmianie, w systemie dwuzmianowym, przez 5 dni w tygodniu:

- średni czas badania -- 13 s,
- napięcie na lampie rtg. – 130 kV;
- natężenie prądu anodowego lampy – 250 mA;
- filtracja całkowita – 2 mm Al.

1.2. Obliczenia.

Założenia:

Przyjęto, że wiązka główna promieniowania X podczas badań skierowana jest na detektory i jest przez nie pochłaniana.

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

1.2.1. Obliczenia czasu (t) narażenia na promieniowanie X

$$t_0 = 8 \text{ pacjentów dziennie} * 13 \text{ s} * 5 \text{ dni} = 520 \text{ s/tydz.}$$

1.2.2. Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym

ŚCIANA AB (wolna przestrzeń, trawnik)

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

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

$$t = 0.007 \text{ h}$$

$$I = 250 \text{ mA}$$

$$T = 0.05$$

$$U = 1$$

$$C_j = \frac{D * l^2}{t * I} = \frac{8.7 * (1.7)^2}{0.007 * 250} = 14.4 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 zależność grubości warstwy ołowiu od zredukowanej mocy dawki prom. X dla krzywej o napięciu 150 kV.

Grubość wymaganej osłony wynosi 1.3 mm Pb.

ŚCIANA BC (holl szpitalny)

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

$$l = 2.3 \text{ m}$$

$$t = 0.04 \text{ h}$$

$$I = 250 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

Szpital Powiatowy
im. Alfreda Sokołowskiego w Złotowie
ul. Szpitalna 28, 77-400 Złotów

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 \cdot (2.3)^2}{0.04 \cdot 250} = 4.6 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 2.0 mm Pb.

ŚCIANA CD (korytarz, drzwi)

D = 8.7 μGy/tydz.
l = 3.0 m
t = 0.04 h
I = 250 mA
T = 0.25
U = 1

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 \cdot (3)^2}{0.04 \cdot 250} = 12.0 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 1.4 mm Pb.

ŚCIANA DA (sterownia, drzwi, okienko obserwacyjne)

D = 52.2 μGy/tydz.
l = 4.6 m
t = 0.14 h
I = 250 mA
T = 1
U = 1

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{52.2 \cdot (4.6)^2}{0.14 \cdot 250} = 31.6 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubości wymaganej osłony wynosi 1.0 mm Pb.

Szpital Powiatowy
im. Alfreda Sokołowskiego w Złotowie
ul. Szpitalna 28, 77-400 Złotów

STROP (pomieszczenie wypoczynku lekarzy)

$$\begin{aligned} D &= 8.7 \mu\text{Gy/tydz.} \\ l &= 1.9 \text{ m} \\ t &= 0.14 \text{ h} \\ I &= 250 \text{ mA} \\ T &= 1 \\ U &= 1 \end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (1.9)^2}{0.14 * 250} = 4.9 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 2 mm Pb.

POSADZKA – (kaplica)

$$\begin{aligned} D &= 8.7 \mu\text{Gy/tydz.} \\ l &= 2.2 \text{ m} \\ t &= 0.14 \text{ h} \\ I &= 250 \text{ mA} \\ T &= 1 \\ U &= 1 \end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (2.2)^2}{0.14 * 250} = 1.9 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 2.3 mm Pb.

Szpital Powiatowy
im. Alfreda Sokołowskiego w Złotowie
ul. Szpitalna 28, 77-400 Złotów

ZESTAWIENIE GRUBOŚCI OSŁON
odczyt dla U = 150 kV (wg. PN – 86/J – 80001)
Grubość podano w mm

Miejsce osłanianie	Wymagana grubość osłony z ołowiu (mm)	Oslonność własna (mm)	Istniejąca grubość osłony (mm)
AB	1.3	4.2	400 mm cegła pełna + 20 mm tynk cementowo-wapienny.
BC	2.0	5.5	400 mm cegła pełna + 400 mm siporex + 20 mm tynk cementowo-wapienny.
CD	1.4	2.6	250 mm cegła pełna + 20 mm tynk cementowo-wapienny. Drzwi należy zabezpieczyć blachą ołowianą o grubości 1.5 mm Pb.
DA	1	1.6	150 mm cegła pełna + 20 mm tynk cementowo-wapienny. Drzwi należy zabezpieczyć blachą ołowiową o Pb _{min.} = 1 mm. Okienko należy zabezpieczyć szkłem ołowiowym o Pb _{min.} = 1 mm.
Strop	2	2.8	120 mm płyta gęstożebrowa ceramiczna + 120 mm betonu + 20 mm tynk cementowo-wapienny.
Posadzka	2.3	2.8	120 mm płyta gęstożebrowa ceramiczna + 120 mm betonu + 20 mm tynk cementowo-wapienny.

WNIOSKI KOŃCOWE

Ściana AB (wolna przestrzeń, trawnik)- grubość wymaganej osłony wynosi 1.3 mm Pb. Ściana wykonana z cegły pełnej o grubości 400 mm i pokryta 20 mm tynkiem cementowo-wapiennym jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Ściana BC (holl szpitalny) - grubość wymaganej osłony wynosi 2.0 mm Pb. Ściana wykonana z cegły pełnej o grubości 400 mm oraz z siporexu o grubości 400 mm i pokryta 20 mm tynkiem cementowo-wapiennym jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Ściana CD (korytarz, drzwi) - grubość wymaganej osłony wynosi 1.4 mm Pb. Ściana wykonana z cegły pełnej o grubości 250 mm i pokryta 20 mm tynkiem cementowo-wapiennym jest wystarczającym zabezpieczeniem.
Drzwi należy zabezpieczyć blachą ołowianą o grubości 1.5 mm Pb.

Szpital Powiatowy
im. Alfreda Sokołowskiego w Złotowie
ul. Szpitalna 28, 77-400 Złotów

Ściana DA (sterownia, drzwi, okienko obserwacyjne) - grubość wymaganej osłony wynosi 1 mm Pb.

Ściana wykonana z cegły pełnej o grubości 150 mm i 20 mm tynku cementowo-wapiennym jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Drzwi należy zabezpieczyć blachą ołowianą o Pb min. 1.0 mm.

Okienko obserwacyjne należy zabezpieczyć szkłem ołowianym o Pb min. = 1.0 mm.

Strop (pomieszczenie wypoczynku lekarzy) - grubość wymaganej osłony wynosi 2 mm Pb.

Strop o grubości 260 mm, wykonany z 120 mm żelbetonu oraz 120 mm cegły pełnej i 20 mm tynku cementowo-wapiennym stanowi wystarczającą osłonę.

Posadzka (kaplica) - grubość wymaganej osłony wynosi 2.3 mm Pb.

Strop o grubości 260 mm, wykonany z 120 mm płyta gęstożebrowa ceramicznej i 120 mm betonu oraz 120 mm cegły pełnej i 20 mm tynku cementowo-wapiennym stanowi wystarczającą osłonę.

Grubości osłon odczytana dla napięcia 150 kV z rys. 3 PN-86, natomiast maksymalne napięcie aparatu to 140 kV.

Dane dotyczące aktualnych osłon przyjęto na podstawie informacji dostarczonego przez Inwestora

Opracowała: 
Inspektor OR