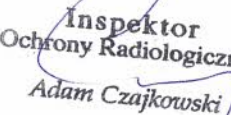

Projekt: Opis techniczny i obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym w gabinecie rtg:
Szpital Specjalistyczny w Pile
ul. Rydygiera 1
64 – 920 Piła

Autor opracowania: Adam Czajkowski



Inspektor
Ochrony Radiologicznej
Adam Czajkowski

Nr egz. 2/3

Piła, listopad 2007

1. Informacje wstępne

Podstawą opracowania projektu jest zlecenie firmy Meditech sp. z o. o. ul. Majcherka 63, 62 – 070 Dopiewo.

W Zakładzie radiologii Szpitala Specjalistycznego w Pile, w istniejącym gabinecie rtg, zainstalowany zostanie nowy aparat rtg do zdjęć. Używany dotychczas w gabinecie rtg aparat TUR został zdemontowany.

2. Podstawy prawne

Konieczność wykonania projektu obliczenia osłon stałych jako warunku uzyskania zezwolenia na stosowanie aparatu rtg wynika z Rozporządzenia Rady Ministrów z dn. 3 grudnia 2002 r. (Dz.U. Nr 220 z 2002 r., poz. 1851, zm. Dz.U. Nr 98 z 2004 r., poz. 981) – wśród dokumentów dołączanych do wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności polegającej na uruchamianiu lub stosowaniu aparatów rentgenowskich do celów medycznych wymieniono dokumentację projektową pracowni rentgenowskiej.

Akty prawne:

Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (Dz. U. Nr 3 z 2001 r., poz. 18) [1]

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 z 2006 r. poz. 1325) [2]

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20 z 2005 r., poz. 168) [3]

Polska Norma PN-86/J-80001. Obliczanie osłon stałych [4]

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2002 r. w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności (Dz.U. Nr 220 z 2002 r., poz. 1851, zm. Dz.U. Nr 98 z 2004 r., poz. 981) [5]

3. Dane do projektu

Projekt opracowano na podstawie:

- Oświadczenia Zleceniodawcy nt. ilości i rodzaju badań, warunków pracy aparatu rtg podczas wykonywania badań oraz informacji nt. konstrukcji ścian gabinetu oraz pomieszczeń do niego przylegających;
- Rzutu pomieszczenia dostarczonego przez Zleceniodawcę.

4. Lokalizacja

Gabinet rtg nr 4 o pow. 46,43 m² i wys. 2,90 m zlokalizowany jest w kompleksie pracowni rtg na wysokim parterze budynku Szpitala Specjalistycznego w Pile.

Gabinet sąsiaduje z:

- ściana AB – sterownia
- ściana BC – korytarz izby przyjęć
- ściana CD – korytarz
- ściana DE – kabiny dla pacjentów (w części korytarz)
- ściana EF – kabina dla pacjenta
- ściana FG – korytarz
- ściana GH – WC dla pacjentów (w części gabinet rtg)
- ściana HI – gabinet rtg
- ściana IA – gabinet rtg
- strop górny – sala operacyjna
- strop dolny – centralna sterylizatornia

Sposób oznakowania ścian przedstawiono na rys. 1.

5. Konstrukcja murów

Wszystkie ściany gabinetu rtg wykonane są z cegły pełnej o grubości 12 cm, pokrytej z jednej strony tynkiem z barytobetonu o grubości 3 cm a z drugiej tynkiem cementowo-wapiennym o grubości 2 cm.

Stropy górny oraz strop dolny wykonane są z betonu o grubości 36 cm oraz warstwy wyrównującej i posadzki o grubości 10 cm z kanałami instalacyjnymi.

6. Typ aparatu

Gabinet wyposażony zostanie w aparat rtg ze stołem do zdjęć kostnych i statywem do zdjęć płuc typu Arco Ceil / Arco Comb / CMP 200 / Rad 14 – Diamond, model T1. Lampa rtg zamontowana będzie na stelażu podwieszonym na suficie. Zdjęcia rejestrowane będą w formie analogowej i wywoływane w istniejącej ciemni, należącej do kompleksu pracowni rtg.

7. Rodzaj i ilość wykonywanych badań

W gabinecie wykonywane będą:

zdjęcia na statywie do zdjęć płuc – ok. 800/miesiąc,

warunki: $U = 120 \text{ kV}$, $I = 200 \text{ mA}$, $0,02 \text{ s}$, $2,5 \text{ mm Al}$;

zdjęcia na stole – ok. 1700/miesiąc,

warunki: $U = 95 \text{ kV}$, $I = 200 \text{ mA}$, $0,7 \text{ s}$; $2,5 \text{ mm Al}$.

8. Wymagania techniczne

8.1. Wymogi dotyczące powierzchni

Zgodnie z § 5 [2] powierzchnia gabinetu rentgenowskiego, w którym zainstalowany jest diagnostyczny zestaw rentgenowski wyposażony w oddzielną lampę nie może być mniejsza niż 15 m^2 .

8.2. Wentylacja

Zgodnie z § 10 [2] gabinety rentgenowskie są wyposażone w wentylację zapewniającą co najmniej 1,5 – krotną wymianę powietrza w ciągu godziny.

Opracowanie dokumentacji i wykonanie instalacji wentylacyjnej należy zlecić firmie branżowej. Wydajność wentylacji powinna być potwierdzona protokołem pomiarowym.

8.3. Oświetlenie ostrzegawcze

Zgodnie z § 11 [2] gabinety z diagnostycznymi aparatami rentgenowskimi są wyposażone w ostrzegawczą sygnalizację świetlną umieszczoną nad drzwiami do gabinetu, włączaną równocześnie z zasilaniem generatora.

8.4. Łączność głosowa i wizualna

Zgodnie z § 9 [2] w pracowniach rentgenowskich zapewnia się łączność głosową i wizualną pomiędzy personelem medycznym przebywającym w sterowni a pacjentem przebywającym w gabinecie rentgenowskim.

8.5. Usytuowanie aparatu rtg

Zgodnie z § 8 [2] aparaty rentgenowskie instaluje się tak, aby:

- 1) był zapewniony swobodny dostęp do pacjenta co najmniej z dwóch stron;
- 2) odległość źródła promieniowania (ogniska lampy) od najbliższej ściany wynosiła co najmniej 1,5 m przy pionowym kierunku wiązki promieniowania;
- 3) wiązka promieniowania pierwotnego nie była kierowana w stronę sterowni i drzwi.

9. Obliczenia osłon

W obliczeniach założono, że podczas wykonywania zdjęć na stole do zdjęć kostnych, główna wiązka promieniowania skierowana będzie na posadzkę. Na ściany i strop górny padać będzie promieniowanie rozproszone. Podczas wykonywania zdjęć na statywie do zdjęć płuc, główna wiązka promieniowania skierowana będzie na ścianę IA. Na pozostałe ściany oraz na strop górny i posadzkę padać będzie promieniowanie rozproszone.

Według informacji uzyskanych od zleceniodawcy maksymalny czas pracy lampy rtg będzie wynosił:

- zdjęcia na stole do zdjęć kostnych:

$1700 \text{ zdjęć na m-c} \times 0,7 \text{ s} = 1190 \text{ s/m-c} = 268,7 \text{ s/tydz.} = 4,478 \text{ min/tydz.} = 0,0746 \text{ h/tydz.}$

- zdjęcia na statywie do zdjęć płuc:

$800 \text{ zdjęć na m-c} \times 0,02 \text{ s} = 16 \text{ s/m-c} = 3,61 \text{ s/tydz.} = 0,0602 \text{ min/tydz.} = 0,0010036 \text{ h/tydz.}$

W obliczeniach przyjęto dawki określone w [2]:

- dopuszczalna dawka dla osób pracujących w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską oraz dla osób z ogółu ludności wynosi 0,5 mSv/rok tj. 0,001 cGy/tydz. = 8,7 μGy/tydz.,

- dopuszczalna dawka dla osób pracujących w gabinecie rentgenowskim wynosi 6 mSv/rok tj. 0,012 cGy/tydz. = 104,4 μGy/tydz.

9.1. Obliczanie grubości osłon

9.1.1. Czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia

Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia oblicza się wg wzoru:

$t = T \cdot U \cdot t_0$, w którym:

T – współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu,

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

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

Wartości współczynnika T :

1 – dla miejsc stałego przebywania ludzi;

0,25 – dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi;

0,05 – dla miejsc krótkiego przebywania.

Wartości współczynnika U :

1 – dla podłóg;

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

0,25 – dla ścian nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych;

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

1 – dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym.

9.1.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę

Zredukowaną moc dawki (c_1) oblicza się wg wzoru:

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} [\mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}]$$

D - dawka tygodniowa w cGy, zgodnie z 2.2 [4],

l - najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego, m

t - czas narażenia w ciągu tygodnia, min, wyznaczony zgodnie z 2.3 [4],

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej, mA,

10. Obliczenia

10.1. Obliczenie osłon stałych przed promieniowaniem pierwotnym

10.1.1. Lampa skierowana na stół do zdjęć kostnych

- dla stropu dolnego (sterylizatornia)

$$\dot{D} = 1,18 \text{ cGy min}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

$$T=1, U=1$$

$$t= 4,478 \text{ min}$$

$$l= 1,80 \text{ m}$$

$$y=0,1$$

$$U= 95 \text{ kV}$$

$$I= 200 \text{ mA}$$

$$D= 0,001 \text{ cGy}$$

$$k = \frac{\dot{D} \cdot I \cdot t}{D \cdot l^2} \cdot y = \frac{1,18 \cdot 200 \cdot 4,478}{0,001 \cdot 1,8^2} \cdot 0,1 = 32617,53$$

Zgodnie z pkt. 2.5.1.3. i rys. 1 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 2,0 mm Pb.

10.1.2. Lampa skierowana na statyw do zdjęć płuc

- dla ściany IA (gabinet rtg nr 3)

$$\dot{D} = 1,18 \text{ cGy min}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

$$T=0,25, U=1$$

$$t= 0,01505 \text{ min}$$

$$l= 1,70 \text{ m}$$

$$y=0,08$$

$$U= 120 \text{ kV}$$

$$I= 200 \text{ mA}$$

$$D= 0,001 \text{ cGy}$$

$$k = \frac{\dot{D} \cdot I \cdot t}{D \cdot l^2} \cdot y = \frac{1,18 \cdot 200 \cdot 0,01505}{0,001 \cdot 1,7^2} \cdot 0,08 = 98,32$$

Zgodnie z pkt. 2.5.1.3. i rys. 1 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 1,0 mm Pb.

10.2. Obliczenie osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym

10.2.1. Lampa skierowana na stół do zdjęć kostnych

- dla ściany AB (sterownia)

$$T=1, U=0,25$$

$$t=0,01865 h$$

$$l=1,5 m$$

$$D=104,4 \mu Gy$$

$$U=95 kV$$

$$I=200 mA$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{104,4 \cdot 1,5^2}{0,01865 \cdot 200} = 62,98 \mu Gy h^{-1} m^2 mA^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,4 mm Pb.

- dla ściany BC (korytarz)

$$T=0,25, U=0,25$$

$$t=0,00466 h$$

$$l=1,5 m$$

$$D=8,7 \mu Gy$$

$$U=95 kV$$

$$I=200 mA$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 1,5^2}{0,00466 \cdot 200} = 21,00 \mu Gy h^{-1} m^2 mA^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,6 mm Pb.

- dla ściany CD (korytarz)

$$T=0,25, U=0,25$$

$$t=0,00466 h$$

$$l=1,5 m$$

$$D=8,7 \mu Gy$$

$$U=95 kV$$

$$I=200 mA$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 1,5^2}{0,00466 \cdot 200} = 21,00 \mu Gy h^{-1} m^2 mA^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,6 mm Pb.

- dla ściany DE (kabiny dla pacjentów)

$$T=0,25, U=0,25$$

$$t=0,00466 h$$

$$l=1,5 m$$

$$D=8,7 \mu Gy$$

$$U=95 kV$$

$$I = 200 \text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 1,5^2}{0,00466 \cdot 200} = 21,00 \mu\text{Gyh}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,6 mm Pb.

- dla ściany EF (kabina dla pacjentów)

$$T = 0,25, U = 0,25$$

$$t = 0,00466 \text{ h}$$

$$l = 1,5 \text{ m}$$

$$D = 8,7 \mu\text{Gy}$$

$$U = 95 \text{ kV}$$

$$I = 200 \text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 1,5^2}{0,00466 \cdot 200} = 21,00 \mu\text{Gyh}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,6 mm Pb.

- dla ściany FG (korytarz)

$$T = 0,25, U = 0,25$$

$$t = 0,00466 \text{ h}$$

$$l = 3,7 \text{ m}$$

$$D = 8,7 \mu\text{Gy}$$

$$U = 95 \text{ kV}$$

$$I = 200 \text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 3,7^2}{0,00466 \cdot 200} = 127,79 \mu\text{Gyh}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,4 mm Pb.

- dla ściany GH (WC dla pacjentów)

$$T = 0,25, U = 0,25$$

$$t = 0,00466 \text{ h}$$

$$l = 1,52 \text{ m}$$

$$D = 8,7 \mu\text{Gy}$$

$$U = 95 \text{ kV}$$

$$I = 200 \text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 1,52^2}{0,00466 \cdot 200} = 21,57 \mu\text{Gyh}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,6 mm Pb.

- dla ściany HI (gabinet rtg nr 3)

$$T = 0,25, U = 0,25$$

$$t = 0,00093 \text{ h}$$

$$l = 1,5 \text{ m}$$

$$D = 104,4 \mu\text{Gy}$$

$$U = 95 \text{ kV}$$

$$I = 200 \text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{104,4 \cdot 1,5^2}{0,00093 \cdot 200} = 1262,90 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany IA (gabinet rtg nr 3)

$$T = 0,25, U = 0,25$$

$$t = 0,00466 \text{ h}$$

$$l = 1,7 \text{ m}$$

$$D = 8,7 \mu\text{Gy}$$

$$U = 95 \text{ kV}$$

$$I = 200 \text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 1,7^2}{0,00466 \cdot 200} = 26,96 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,6 mm Pb.

- dla stropu górnego (sala operacyjna)

$$T = 1, U = 0,05$$

$$t = 0,00373 \text{ h}$$

$$l = 1,1 \text{ m}$$

$$D = 8,7 \mu\text{Gy}$$

$$U = 95 \text{ kV}$$

$$I = 200 \text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 1,1^2}{0,00373 \cdot 200} = 14,11 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,8 mm Pb.

10.2.2. Lampa skierowana na statyw do zdjęć płuc

- dla ściany AB (sterownia)

$$T = 1, U = 0,25$$

$$t = 0,0002509 \text{ h}$$

$$l = 3,3 \text{ m}$$

$$D = 104,4 \mu\text{Gy}$$

$$U = 120 \text{ kV}$$

$$I = 200 \text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{104,4 \cdot 3,3^2}{0,0002509 \cdot 200} = 22656,76 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany BC (korytarz)

$$T=0,25, U=0,25$$

$$t=0,0000627\text{ h}$$

$$l=3,78\text{ m}$$

$$D=8,7\ \mu\text{Gy}$$

$$U=120\text{ kV}$$

$$I=200\text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 3,78^2}{0,0000627 \cdot 200} = 9913,00\ \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany CD (korytarz)

$$T=0,25, U=0,25$$

$$t=0,0000627\text{ h}$$

$$l=5,90\text{ m}$$

$$D=8,7\ \mu\text{Gy}$$

$$U=120\text{ kV}$$

$$I=200\text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 5,90^2}{0,0000627 \cdot 200} = 24150,48\ \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany DE (kabiny dla pacjentów)

$$T=0,25, U=0,25$$

$$t=0,0000627\text{ h}$$

$$l=2,83\text{ m}$$

$$D=8,7\ \mu\text{Gy}$$

$$U=120\text{ kV}$$

$$I=200\text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 2,83^2}{0,0000627 \cdot 200} = 5556,41\ \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany EF (kabina dla pacjentów)

$$T=0,25, U=0,25$$

$$t=0,0000627\text{ h}$$

$$l=2,83\text{ m}$$

$$D=8,7\ \mu\text{Gy}$$

$$U=120\text{ kV}$$

$$I=200\text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 2,83^2}{0,0000627 \cdot 200} = 5556,41\ \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany FG (korytarz)

$$T=0,25, U=0,25$$

$$t=0,0000627\text{ h}$$

$$l=4,30\text{ m}$$

$$D=8,7\ \mu\text{Gy}$$

$$U=120\text{ kV}$$

$$I=200\text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 4,30^2}{0,0000627 \cdot 200} = 12827,99\ \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany GH (WC dla pacjentów)

$$T=0,25, U=0,25$$

$$t=0,0000627\text{ h}$$

$$l=2,09\text{ m}$$

$$D=8,7\ \mu\text{Gy}$$

$$U=120\text{ kV}$$

$$I=200\text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 2,09^2}{0,0000627 \cdot 200} = 3030,50\ \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany HI (gabinet rtg nr 3)

$$T=0,05, U=0,25$$

$$t=0,0000125\text{ h}$$

$$l=2,09\text{ m}$$

$$D=104,4\ \mu\text{Gy}$$

$$U=120\text{ kV}$$

$$I=200\text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{104,4 \cdot 2,09^2}{0,0000627 \cdot 200} = 182411,86\ \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla stropu górnego (sala operacyjna)

$$T=1, U=0,05$$

$$t=0,0000502\text{ h}$$

$$l=1,4\text{ m}$$

$$D=8,7\ \mu\text{Gy}$$

$$U=120\text{ kV}$$

$$I=200\text{ mA}$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 1,4^2}{0,0000502 \cdot 200} = 1698,41\ \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,2 mm Pb.

- dla stropu dolnego (sterylizatornia)

$$T=1, U=1$$

$$t= 0,0010036 h$$

$$l= 154 m$$

$$D= 8,7 \mu Gy$$

$$U= 120 kV$$

$$I= 200 mA$$

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot 1,5^2}{0,0010036 \cdot 200} = 97,52 \mu Gyh^{-1}m^2mA^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,6 mm Pb.

11. Zestawienie grubości osłon

Miejsce osłaniane	Wymagana grubość osłony z różnych materiałów				Istniejąca grubość osłony
	Pb [mm]	Cegła pełna o gęstości 1,9 g/cm ³ [mm]	Beton o gęstości 2,2 g/cm ³ [mm]	Barytobeton o gęstości 3,2 g/cm ³ [mm]	
Ściana AB	0,4	40	30	5,6	Cegła o gr. 120 mm., dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 30 mm oraz tynk cementowo-wapieny o gr. 20 mm
Okno o1 w ścianie AB	0,4	-	-	-	-
Drzwi d1 w ścianie AB	0,4	-	-	-	-
Ściana BC	0,6	60	45	8,4	Cegła o gr. 120 mm., dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 30 mm oraz tynk cementowo-wapieny o gr. 20 mm
Drzwi d2 w ścianie BC	0,6	-	-	-	-
Ściana CD	0,6	60	45	8,4	Cegła o gr. 120 mm., dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 30 mm oraz tynk cementowo-wapieny o gr. 20 mm.
Ściana DE	0,6	60	45	8,4	Cegła o gr. 120 mm., dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 30 mm oraz tynk cementowo-wapieny o gr. 20 mm
Drzwi d3 i d4 w ścianie DE	0,6	-	-	-	-
Ściana EF	0,6	60	45	8,4	Cegła o gr. 120 mm., dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 30 mm oraz tynk cementowo-wapieny o gr. 20 mm
Ściana FG	0,4	40	30	5,6	Cegła o gr. 120 mm., dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 30 mm oraz tynk cementowo-wapieny o gr. 20 mm
Drzwi d5 w ścianie FG	0,4	-	-	-	-
Ściana GH	0,6	60	45	8,4	Cegła o gr. 120 mm., dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 30 mm oraz tynk cementowo-wapieny o gr. 20 mm
Drzwi d6 w ścianie GH	0,6	-	-	-	-
Ściana HI	0,1	10	8	1,45	Cegła o gr. 120 mm., dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 30 mm oraz tynk cementowo-wapieny o gr. 20 mm

Ściana IA	1,0	110	84	10	Cegła o gr. 120 mm., dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 30 mm oraz tynk cementowo-wapieny o gr. 20 mm
Strop górny	0,8	80	60	11,2	Beton o gr. 360 mm.
Strop dolny	2,0	200	127	15	Beton o gr. 360 mm.

12. Wnioski końcowe

Ściany oraz stropy nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia.

W okienku o1 w ścianie AB należy zastosować szybę ze szkła o równoważniku co najmniej 0,4 mm Pb.

W drzwiach d1, d2, d3, d4, d5 i d6 należy zastosować materiał o równoważniku Pb podanym w zestawieniu, np. obić je blachą ołowianą.

Drzwi i okienko w sterowni powinny być zamontowane w sposób nie powodujący braku ciągłości osłony. W razie potrzeby, do zabezpieczenia ewentualnych szczelin należy użyć blachy ołowianej o równoważniku odpowiednim dla danej osłony (wg. zestawienia) wykonując połączenie „na zakładkę”.

W przypadku obecności w ścianach wolnych przestrzeni (np. puszek instalacji elektrycznej), należy zabezpieczyć je blachą ołowianą (wg. zestawienia), jeżeli zmniejszona grubość ściany jest w tych miejscach mniejsza od wymaganej w zestawieniu grubości osłon.

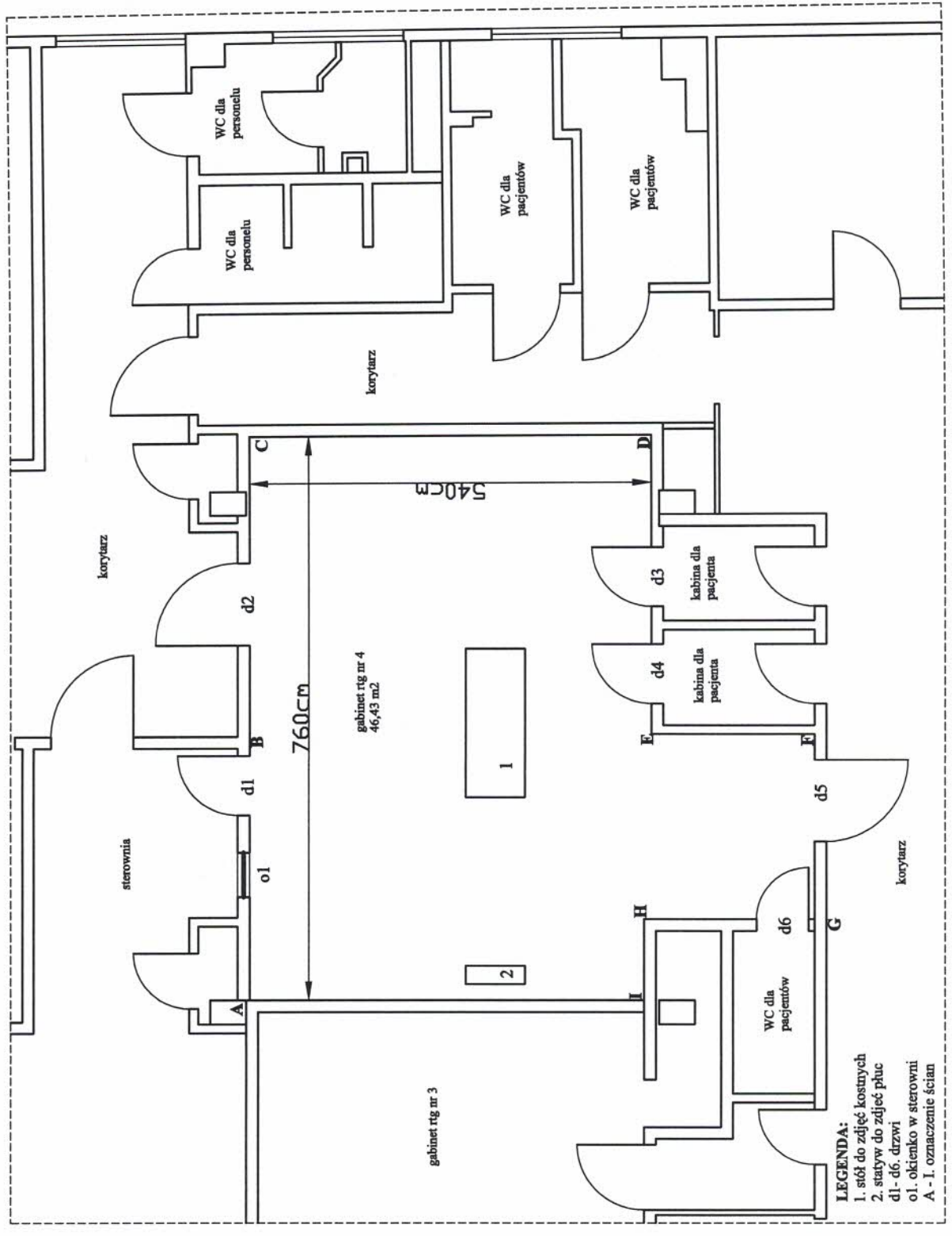
Uwaga: Obliczenia wykonano na podstawie danych dostarczonych przez zleceniodawcę. Z uwagi na brak danych nt. gęstości materiałów zastosowanych w istniejących osłonach oraz na brak danych dotyczących stanu technicznego osłon, niezbędne jest wykonanie pomiarów dozymetrycznych potwierdzających ich skuteczność. W przypadku nie spełniania przez istniejące osłony wymaganej ochronności należy zastosować osłony podane w zestawieniu.

Autor opracowania: Adam Czajkowski

Inspektor
Ochrony Radiologicznej
Adam Czajkowski

Rys. 1. Rzut pracowni rtg

Szpital Specjalistyczny w Pile
64 - 920 Pila, ul. Rydygiera 1



- LEGENDA:**
 1. stół do zdjęć kostnych
 2. stół do zdjęć płuc
 d1 - d6. drzwi
 o1. okienko w sterowni
 A - I. oznaczenie ścian

