

Projekt Ochrony Radiologicznej

Sala operacyjna hybrydowa
Pracowni Radiologii Zabiegowej

Szpital Wolski
im. dr Anny Gostyńskiej Sp. z o.o.
ul. Marcina Kasprzaka 17, 01-211 Warszawa

PROJEKTY
Ochron Radiologicznych
mgr inż. Dariusz Adamski

Projekt opracował: Dariusz Adamski
tel. 696 625 493
e-mail: adax.darek@gmail.com

Lublin, lipiec 2024

Spis treści

strona

Rozdział 1. Dane ogólne	3
1.1. Przedmiot opracowania.....	3
1.2. Usytuowanie, przeznaczenie, typ aparatury rtg.....	3
1.3. Założenia ogólne opracowania.....	3
1.4. Wentylacja.....	3
Rozdział 2. Założenia do obliczeń	4
2.1. Podstawy obliczeń	4
2.2. Dopuszczalne limity dawek promieniowania jonizującego	4
2.3. Założenia do projektu.....	4
Rozdział 3. Podstawy teoretyczne	5
Rozdział 4. Projekt ochrony radiologicznej dla gabinetu	7
4.1. Opisy ścian.....	7
4.2. Odległości źródła promieniowania do osłony	9
4.3. Dane techniczne aparatu rtg Philips Azurion 7 C20	9
4.4 Parametry pracy aparatu rtg podczas wykonywania procedur medycznych.	10
4.5. Obliczanie osłon stałych	11
4.6. Zestawienie obliczonych osłon stałych	15
4.7. Ocena końcowa wymaganych osłon	16
Załącznik 1 - Usytuowanie obszaru pracy aparatu rtg na sali operacyjnej hybrydowej.....	17
Załącznik 2- Podstawowe wymagania dla pracowni rentgenowskich	18
Załącznik 3 - Przepisy prawne, normy, instrukcje.....	19

Rozdział 1. Dane ogólne

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest zaprojektowanie osłon stałych chroniących przed promieniowaniem rentgenowskim osoby przebywające w pomieszczeniach przylegających do Sali operacyjnej hybrydowej Pracowni Radiologii Zabiegowej w Szpitalu Wolskim im. dr Anny Gostyńskiej Sp. z o.o. ul. Marcina Kasprzaka 17, 01-211 Warszawa.

1.2. Usytuowanie, przeznaczenie, typ aparatury rtg

Sala operacyjna hybrydowa znajduje się na drugim piętrze budynku szpitala (około 10m nad poziomem gruntu). W pomieszczeniu o powierzchni około 59,50 m² i wysokości 3,15 m pracować będzie system interwencyjnej cyfrowej diagnostyki rentgenowskiej firmy Philips Azurion 7 C20. Aparat będzie stosowany w trakcie wykonywania zabiegów chirurgicznych w zakresie patologii naczyń krwionośnych tętniczych i żylnych (min. udrożnienie, poszerzenie światła naczyń, wszczepienie protez naczyniowych itp.).

Plan pomieszczenia, miejsce wykonywania zdjęć rtg przedstawione zostało na rysunku dołączonym do opracowania.

1.3. Założenia ogólne opracowania

Obliczone osłony mają na celu zabezpieczenie osób przebywających w sąsiednich pomieszczeniach przed promieniowaniem rentgenowskim emitowanym przez użytkowane aparaty rtg.

Osłony określono przy założeniu najbardziej niekorzystnych z punktu widzenia ochrony radiologicznej warunków pracy urządzenia. Do obliczeń przyjęto maksymalne, praktycznie stosowane parametry pracy lampy rtg oraz minimalne odległości od ścian i stropów uwarunkowane jej usytuowaniem w pomieszczeniu.

Obliczenia osłon wykonano zgodnie z zaleceniami tzw. zasady ALARA (As Low As Reasonably Achievable), tak aby otrzymywane przez ludzi dawki od źródeł promieniowania jonizującego były tak niskie, jak to jest możliwe do osiągnięcia w rozsądny i uzasadniony sposób.

Projekt powstał w oparciu o wytyczne Polskiej Normy PN-86/J-80001.

1.4. Wentylacja

Sala operacyjna hybrydowa wyposażona będzie w wentylację mechaniczną z filtrami H13 (oraz instalację klimatyzacyjną), która zapewnia 31,5 wymian powietrza na godzinę. Projekt wentylacji i potwierdzenie jej sprawności ujęte zostały w odrębnym opracowaniu.

Rozdział 2. Założenia do obliczeń

2.1. Podstawy obliczeń

Projekt powstał w oparciu o wymagane i obowiązujące przepisy prawne z zakresu ochrony radiologicznej. Zleceniodawca przekazał dokumentację techniczną budynku zawierającą rysunki ocenianych pomieszczeń oraz dane dotyczące rodzajów materiałów budowlanych z których wykonano ściany i stropy. Wskazał również miejsce napromieniowania przez aparaty rtg. W projekcie wykorzystano dokumentację techniczną aparatu rtg. Czas pracy i parametry pracy urządzeń określił zleceniodawca i producent aparatu rtg.

2.2. Dopuszczalne limity dawek promieniowania jonizującego

Dopuszczalne roczne dawki skuteczne (efektywne),

dla osób zawodowo narażonych na promieniowanie:

w gabinecie rtg	6 mSv
poza gabinetem rtg	3 mSv
poza pracownią rtg	0,5 mSv

dla ogółu ludności poza pracownią rtg 0,5 mSv

dla ogółu ludności poza pracownią rtg (w budynkach mieszkalnych) 0,1 mSv

Dopuszczalne tygodniowe limity dawki pochłoniętej,

dla osób zawodowo narażonych na promieniowanie:

w gabinecie rtg	0,01044 cGy
poza gabinetem rtg	0,00522 cGy
poza pracownią rtg	0,00087 cGy

dla ogółu ludności poza pracownią rtg 0,00087 cGy

dla ogółu ludności poza pracownią rtg (w budynkach mieszkalnych) 0,000174 cGy

2.3. Założenia do projektu

- Prognozuje się, że w ciągu tygodnia na sali operacyjnej wykonywane będą poniższe procedury:
 - 2 stentgrafty (czas pracy lampy ok 30-40 min/zabieg),
 - 10-15 angioplastyk w zakresie kończyn i brzucha (czas pracy lampy ok 15 min/zabieg),
 - 1-2 stentowań tętnic szyjnych (czas pracy lampy ok 20 min/zabieg),
 - 3-5 embolizacji tętniaków i żył (ok 30 min/ zabieg),
 - 2-4 udrożnienia naczyń podudzi (ok 20-30 min/ zabieg).
- Do obliczeń przyjęto maksymalną ilość każdego z planowanych zabiegów.
- Przyjęte do obliczeń parametry pracy lampy rtg zostały skorygowane i uzupełnione przez producenta aparatu rtg. (pkt 4.4)

Rozdział 3. Podstawy teoretyczne

Podczas pracy aparatu rentgenowskiego wytwarzane jest promieniowanie jonizujące pierwotne i rozproszone. W obliczeniach osłon zastosowano wzory opisane w normie PN-86/J-80001.

3.1. Czas narażenia w ciągu tygodnia:

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

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.

3.2. Obliczanie wymaganej krotności osłabienia promieniowania pierwotnego:

$$k = \frac{\check{D} \cdot J \cdot t \cdot y}{D \cdot l^2}$$

\check{D} - moc dawki w odległości 1 m od ogniska lampy dla prądu anodowego 1mA [$\text{cGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mA}^{-1}$],

J - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej [mA],

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym [min],

D - dawka tygodniowa [cGy],

l - najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego [m],

y - współczynnik osłabienia w tkance [1],

k - krotność osłabienia promieniowania przez osłonę [1].

3.3. Obliczanie zredukowanej mocy dawki służącej do wyznaczenia wielkości osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego):

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

C_1 - zredukowana moc dawki [$\text{cGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mA}^{-1}$],

D - dawka tygodniowa [cGy],

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

t - czas narażenia w ciągu tygodnia na promieniowanie rozproszone skorygowany wg normy [h],

J - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej [mA].

3.4. Obliczenie zredukowanej mocy dawki służącej do wyznaczenia grubości osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez beton lub cegłę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego):

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot J \cdot s}$$

C_2 - zredukowana moc dawki [$\text{cGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mA}^{-1}$],

D - dawka tygodniowa [cGy],

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

t - czas narażenia w ciągu tygodnia na promieniowanie rozproszone skorygowany wg normy [h],

J - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej [mA],

f - odległość przedmiotu rozpraszającego od ogniska lampy rentgenowskiej [m],

s - rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego, na którą pada promieniowanie, na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiązki pierwotnej promieniowania w odległości f [m^2].

3.5. Obliczanie tygodniowej dawki promieniowania ubocznego:

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

D_u - tygodniowa dawka promieniowania ubocznego [cGy],

\dot{D}_u - moc dawki promieniowania ubocznego [$\text{cGy} \cdot \text{h}^{-1}$],

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym wyznaczony zgodnie z pkt 2.3 normy [h].

Rozdział 4. Projekt ochrony radiologicznej dla gabinetu

4.1. Opisy ścian

Ściana AB - ściana zewnętrzna

1. Ściana o grubości około 80 cm wykonana z cegły ceramicznej pełnej z tynkami 65 cm plus ocieplenie 15 cm styropianu. Ściana od wewnątrz wyłożona panelem HPL (o gęstości 1350 kg/m³)
Ochronność własna ściany jest równoważna co najmniej 6 mm ołowiu.
2. W ścianie znajdują się okna z szybami o grubości 8 mm, zasłonięte płytą g-k 12,5 mm i panelem HPL (o gęstości 1350 kg/m³).
Ochronność własna otworu okiennego wynosi 0,2 mm ołowiu.
3. Ściana zewnętrzna budynku.

Ściana BC - ściana zewnętrzna

1. Ściana o grubości około 80 cm wykonana z cegły ceramicznej pełnej z tynkami 65 cm plus ocieplenie 15 cm styropianu. Ściana od wewnątrz wyłożona panelem HPL (o gęstości 1350 kg/m³)
Ochronność własna ściany jest równoważna co najmniej 6 mm ołowiu.
2. W ścianie znajduje się okno z szybami o grubości 8 mm, zasłonięte płytą g-k 12,5 mm i panelem HPL (o gęstości 1350 kg/m³).
Ochronność własna otworu okiennego wynosi 0,2 mm ołowiu.
3. Ściana zewnętrzna budynku.

Ściana CD- wewnętrzna

1. Ściana z tynkami o grubości około 65 cm wykonana z cegły ceramicznej pełnej. Ściana od strony sali operacyjnej wyłożona panelem HPL (o gęstości 1350 kg/m³).
Ochronność własna ściany jest równoważna co najmniej 6 mm ołowiu.
2. W ścianie od strony sterylizatorni znajduje się otwór drzwiowy zamurowany cegłą pełną 2x12 cm.
Ochronność własna zamurowanego otworu drzwiowego jest równoważna 2,2 mm ołowiu.
3. W ścianie znajdują się drzwi wejściowe do sali operacyjnej.
Ochronność własna drzwi do obliczenia.
4. Drzwi w ścianie osadzone w murze z cegły pełnej o grubości 12 cm.
Ochronność własna ściany z cegły jest równoważna 1,0 mm ołowiu.
5. Za ścianą znajduje się sterylizatornia, WC i korytarz.

Ściana AD- ściana wewnętrzna

1. Ściana o grubości 40 cm z tynkami wykonana z cegły ceramicznej pełnej.
Ochronność własna dla ściany jest równoważna 3,5 mm ołowiu.
- 1a. W ścianie znajdują się trzy kanały wentylacyjne o wymiarach 12x24 cm co powoduje, że w tych miejscach grubość ściany wynosi 2x 12 cm.
Ochronność własna ściany w miejscu kanałów jest równoważna 2,2 mm ołowiu.
2. W ścianie znajdują się drzwi wejściowe do pokoju przygotowania lekarzy.
Ochronność własna drzwi do obliczenia.
3. W ścianie znajduje się okno do sterowni.
Ochronność własna okna do obliczenia.
4. Za ścianą znajduje się sterownia i pokój przygotowania lekarzy.

Strop górny E - sufit

1. Sufit to strop kleina o grubości ok. 28 cm, wykonany jest z następujących warstw:
 - a) posadzki o gr. 1 cm,
 - b) wylewki cementowej zbrojonej gr. 4,5 cm,
 - c) warstwy rozdzielczej z papy asfaltowej gr. 0,5 cm,
 - d) warstw wypełniających z gliny lub wiórów (coś jak suprema) gr. 8cm,
 - e) cegły ceramicznej pełnej opartej na belkach stalowych (konstrukcja kleina) gr. 12 cm,
 - f) tynku o gr. ok. 1,5cm.Ochronność własna sufitu jest równoważna 1,8 mm ołowiu.
2. Nad pomieszczeniem znajduje się stropodach wentylowany z urządzeniami technicznymi w których nie przebywają ludzie.

Strop dolny F - podłoga

1. Podłoga to strop kleina o grubości ok. 28 cm, wykonany jest z następujących warstw:
 - a) posadzka o gr. 1 cm,
 - b) wylewki cementowej zbrojonej gr. 4,5 cm,
 - c) warstwy rozdzielczej z papy asfaltowej gr. 0,5 cm,
 - d) warstw wypełniających z gliny lub wiórów (coś jak suprema) gr. 8 cm,
 - e) cegły ceramicznej pełnej opartej na belkach stalowych (konstrukcja kleina) gr. 12 cm,
 - f) tynku o gr. ok. 1,5 cm.Ochronność własna podłogi jest równoważna 1,8 mm ołowiu.
2. Pod podłogą znajduje się sala chorych oddziału chirurgicznego (o wysokości 3,44 m).

4.2. Odległości źródła promieniowania do osłony

1. Minimalne odległości od źródła promieniowania rozproszonego do ścian i stropów (bez uwzględniania grubości osłony):

do ściany AB	1,95 m
do ściany BC	2,21 m
do ściany CD	2,22 m
do drzwi w ścianie CD	2,92 m
do ściany AD	2,49 m
do sufitu E	1,95 m
do podłogi F	0,70 m

2. Inne:

wysokość pomieszczenia	3,15 m
wysokość sali chorych (pod salą operacyjną)	3,44 m
odległość sali operacyjnej (II piętro) od sąsiednich budynków	min. 20 m
stosowany zakres wysokości stołu operacyjnego	0,7m - 1,20 m

4.3. Dane techniczne aparatu rtg Philips Azurion 7 C20

Moc generatora	100 kW
Filtracja wewnętrzna	min.2,5 mm Al
Zakres napięcia na lampie rtg	od 40 do 125 kV
Zakres prądu anodowego lampy rtg	od 10 do 1000 mA
Zakres czasów ekspozycji lampy rtg	od 1,0 ms do 16 s
Częstotliwość ekspozycji	od 0,5 eksp./s do 60 eksp./s
Wielkość ogniska lampy zgodna z IEC 60336	0,5/0,8 mm

4.4 Parametry pracy aparatu rtg podczas wykonywania procedur medycznych.

Fluoroscopia 15 fps, 8ms/impuls
Radiografia 3 fps, 200ms/impuls

Parametry pracy lampy rtg dla stosowanych procedur medycznych - (w wymiarze tygodniowym).

Rodzaj zabiegu medycznego	Ilość zabiegów w tygodniu	Napięcie [kV]	Prąd [mA]	Czas włączenia lampy - jeden zabieg [s]	Warunki ekspozycji	Czas pracy lampy w ciągu tygodnia [s] */	Obciążenie tygodniowe [mAs]
Implantacja stentgraftów	2	120	160	fluoroscopia 30 min	15 fps, 8ms/impuls	216	34560
		100	300	radiografia 2 min	3 fps, 200ms/impuls	72	21600
Angiografia (brzuch, kończyny)	15	90	160	fluoroscopia 12 min	15 fps, 8ms/impuls	86,4	13824
		80	300	radiografia 3 min	3 fps, 200ms/impuls	108	32400
Stentowanie tętnic szyjnych	2	80	160	fluoroscopia 17 min	15 fps, 8ms/impuls	122,4	19584
		75	200	radiografia 3 min	3 fps, 200ms/impuls	108	21600
Embolizacja tętniaków i żył	5	90	160	fluoroscopia 25 min	15 fps, 8ms/impuls	180	28800
		80	250	radiografia 3 min	3 fps, 200ms/impuls	108	27000
Udrożnienie żył podudzi	4	70	160	fluoroscopia 20 min	15 fps, 8ms/impuls	144	23040
		65	200	radiografia 3 min	3 fps, 200ms/impuls	108	21600

*/ Czas pracy lampy w ciągu tygodnia jest iloczynem: ilości zabiegów w tygodniu, czasu włączenia lampy podczas jednego zabiegu i warunków ekspozycji.

fps - ilość impulsów w ciągu sekundy

PROJEKTY
Ochron Radiologicznych
mgr inż. Dariusz Adamski

Sumaryczne obciążenie lampy w ciągu tygodnia 244008 mAs = 67,78 mAh
Robocze napięcie na lampie rtg przyjęte do obliczeń 90 kV

4.5. Obliczanie osłon stałych

Ściana AB

$T = 0,05$ dla miejsc krótkiego czasu przebywania
 $U = 1,0$ dla ścian i sufitów napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych
 $D_{DOP} = 0,00087 \text{ cGy}$

1. Osłona przed promieniowaniem rozproszonym przez tkankę.

$$J \cdot t_0 = 67,78 \text{ mAh}$$

$$J \cdot t = t_0 \cdot T \cdot U = 67,78 \text{ mAh} \cdot 0,05 \cdot 1,0 = 3,39 \text{ mAh}$$

$$l = 1,95 \text{ m} + 0,80 \text{ m} + 20 \text{ m} = 22,75 \text{ m}$$

$$C_1 = 1329 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mA}^{-1}$$

Wymagana wartość osłony jest $\ll 0,1 \text{ mm Pb}$.

Uwaga: odległość do miejsca chronionego jest sumą odległości do osłony, grubości osłony i odległości za osłoną (jeżeli mamy pewność że nie przebywają w tym obszarze ludzie).

Ściana BC

$T = 0,05$ dla miejsc krótkiego czasu przebywania
 $U = 1,0$ dla ścian i sufitów napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych
 $D_{DOP} = 0,00087 \text{ cGy}$

1. Osłona przed promieniowaniem rozproszonym przez tkankę.

$$J \cdot t_0 = 67,78 \text{ mAh}$$

$$J \cdot t = t_0 \cdot T \cdot U = 67,78 \text{ mAh} \cdot 0,05 \cdot 1,0 = 3,39 \text{ mAh}$$

$$l = 2,21 \text{ m} + 0,80 \text{ m} + 20 \text{ m} = 23,01 \text{ m}$$

$$C_1 = 1359 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mA}^{-1}$$

Wymagana wartość osłony jest $\ll 0,1 \text{ mm Pb}$.

Ściana CD

1. Korytarz.

$T = 0,25$ dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi

$U = 1,0$ dla ścian i sufitów napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych

$D_{DOP} = 0,00087 \text{ cGy}$

Ośłona przed promieniowaniem rozproszonym przez tkanekę.

$J \cdot t_0 = 67,78 \text{ mAh}$

$J \cdot t = t_0 \cdot T \cdot U = 67,78 \text{ mAh} \cdot 0,25 \cdot 1,0 = 16,95 \text{ mAh}$

$l = 2,92 \text{ m}$

$$C_1 = 4,38 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mA}^{-1}$$

Wymagana wartość osłony wynosi 0,7 mm Pb.

2. WC.

$T = 0,25$ dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi

$U = 1,0$ dla ścian i sufitów napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych

$D_{DOP} = 0,00087 \text{ cGy}$

Ośłona przed promieniowaniem rozproszonym przez tkanekę.

$J \cdot t_0 = 67,78 \text{ mAh}$

$J \cdot t = t_0 \cdot T \cdot U = 67,78 \text{ mAh} \cdot 0,25 \cdot 1,0 = 16,95 \text{ mAh}$

$l = 2,22 \text{ m} + 0,65 \text{ m} = 2,87 \text{ m}$

$$C_1 = 4,23 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mA}^{-1}$$

Wymagana wartość osłony wynosi 0,7 mm Pb.

3. Sterylizatornia.

$T = 1,0$ dla miejsc stałego przebywania ludzi

$U = 1,0$ dla ścian i sufitów napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych

$D_{DOP} = 0,00087 \text{ cGy}$

Ośłona przed promieniowaniem rozproszonym przez tkanekę.

$J \cdot t_0 = 67,78 \text{ mAh}$

$J \cdot t = t_0 \cdot T \cdot U = 67,78 \text{ mAh} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 67,78 \text{ mAh}$

$l = 2,22 \text{ m} + 0,65 \text{ m} = 2,87 \text{ m}$

$$C_1 = 1,06 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mA}^{-1}$$

Wymagana wartość osłony wynosi 1,2 mm Pb.

Ściana AD

1. Sterownia.

$T = 1,0$ dla miejsc stałego przebywania ludzi

$U = 1,0$ dla ścian i sufitów napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych

$D_{DOP} = 0,00522 \text{ cGy}$

Ośłona przed promieniowaniem rozproszonym przez tkankę.

$J \cdot t_0 = 67,78 \text{ mAh}$

$J \cdot t = t_0 \cdot T \cdot U = 67,78 \text{ mAh} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 67,78 \text{ mAh}$

$l = 2,49 \text{ m} + 0,40 \text{ m} = 2,89 \text{ m}$

$$C_1 = 6,43 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mA}^{-1}$$

Wymagana wartość osłony wynosi 0,6 mm Pb.

2. Pokój przygotowania lekarzy.

$T = 0,25$ dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi

$U = 1,0$ dla ścian i sufitów napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych

$D_{DOP} = 0,00087 \text{ cGy}$

Ośłona przed promieniowaniem rozproszonym przez tkankę.

$J \cdot t_0 = 67,78 \text{ mAh}$

$J \cdot t = t_0 \cdot T \cdot U = 67,78 \text{ mAh} \cdot 0,25 \cdot 1,0 = 16,94 \text{ mAh}$

$l = 2,49 \text{ m} + 0,40 \text{ m} = 2,89 \text{ m}$

$$C_1 = 4,29 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mA}^{-1}$$

Wymagana wartość osłony wynosi 0,7 mm Pb.

Podłoga

$T = 1,0$ dla miejsc stałego przebywania ludzi

$U = 1,0$ dla ścian i sufitów napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych

$D_{DOP} = 0,00087 \text{ cGy}$

Ośłona przed promieniowaniem rozproszonym przez tkankę.

$J \cdot t_0 = 67,78 \text{ mAh}$

$J \cdot t = t_0 \cdot T \cdot U = 67,78 \text{ mAh} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 67,78 \text{ mAh}$

$l = 0,7 \text{ m} + 0,28 \text{ m} + 1,44 \text{ m} = 2,42 \text{ m}$

$$C_1 = 0,75 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mA}^{-1}$$

Wymagana wartość osłony równa się 1,2 mm Pb.

Uwaga: za obszar chroniony w pomieszczeniu pod salą operacyjną przyjęto wysokość 2 m od podłogi sali chorych czyli odległość 1,44 od sufitu.

Sufit

Uwaga: Obliczeń nie przeprowadzono z uwagi na to, że podczas zabiegów nad salą operacyjną (na stropodachu) nie przebywają żadne osoby

4.6. Zestawienie obliczonych osłon stałych

Lp.	Osłona	Wartość osłony w [mm] Pb		Dodatkowa osłona
		własna	wymagana	
1	Ściana AB	6,0	$\ll 0,1$	Nie wymagana
2	Okna w ścianie AB	0,2	$\ll 0,1$	Nie wymagana
3	Ściana BC	6,0	$\ll 0,1$	Nie wymagana
4	Okno w ścianie BC	0,2	$\ll 0,1$	Nie wymagana
5	Ściana CD korytarz	1,0	0,7	Nie wymagana
6	Drzwi w ścianie CD na korytarz	0,0	0,7	Wymagana dodatkowa osłona
7	Ściana CD - WC	6,0	0,7	Nie wymagana
8	Ściana CD sterylizatornia	6,0	1,2	Nie wymagana
9	Ściana CD zamurwane drzwi do sterylizatorni	2,2	1,2	Nie wymagana
10	Ściana AD - sterownia	3,5	0,6	Nie wymagana
11	Ściana AD sterownia – kanały wentylacyjne	2,2	0,6	Nie wymagana
12	Ściana AD sterownia - okno	0,0	0,6	Wymagana dodatkowa osłona
13	Ściana AD pokój przygotowania lekarzy	3,5	0,7	Nie wymagana
14	Drzwi w ścianie AD	0,0	0,7	Wymagana dodatkowa osłona
15	Podłoga	1,8	1,2	Nie wymagana
16	Sufit*/	1,8	0,0*/	Nie wymagana

*/ W trakcie zabiegu nad salą operacyjną nie przebywają żadne osoby.

PROJEKTY
Ochron Radiologicznych
mgr inż. Dariusz Adamski

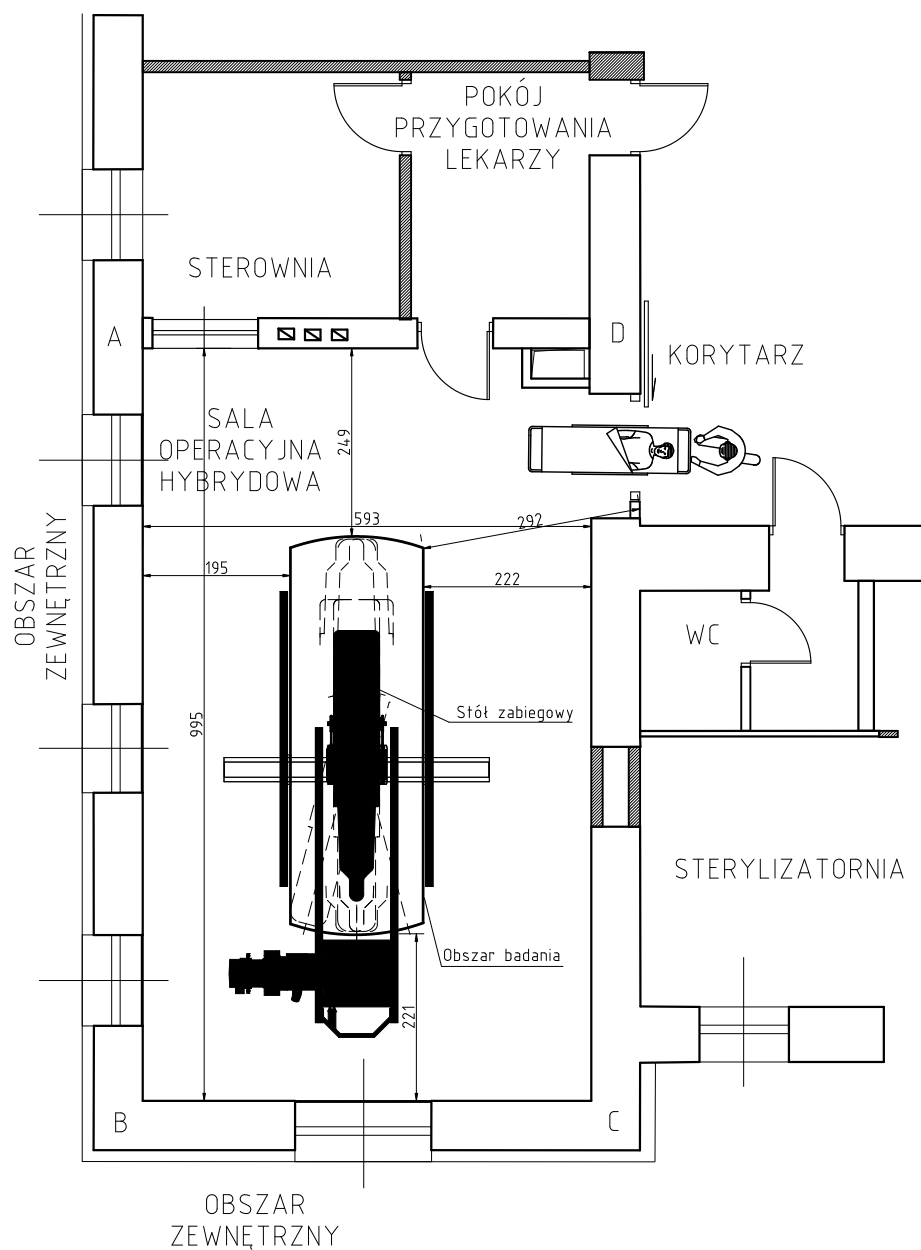
4.7. Ocena końcowa wymaganych osłon

1. Ocena skuteczności istniejących osłon wykazała, że występuje konieczności wykonania dodatkowych osłon dla pomieszczenia sali operacyjnej.
2. Dodatkowych osłon wymagają:
 - a) drzwi wejściowe do sali operacyjnej z korytarza: osłona o równoważniku 0,7 mm Pb. Zaleca się wzmocnienie drzwi blachą ołowianą o grubości 1 mm Pb.
 - b) drzwi z sali operacyjnej do pomieszczenia przygotowania lekarzy: osłona o równoważniku 0,7 mm Pb. Zaleca się wzmocnienie drzwi blachą ołowianą o grubości mm Pb.
 - c) okno do sterowni: osłona o równoważniku 0,6 mm Pb. Zaleca się wstawienie szyby ołowianej o równoważniku min. 1 mm Pb.

UWAGA: zmiana danych mających wpływ na wielkość osłon obliczonych w projekcie m.in. zmiana parametrów założonych w obliczeniach (czasu pracy lampy, wartości prądu i napięcia), miejsca wykonywania zdjęć, usytuowania aparatu rtg oraz zmiana rodzaju lub typu aparatu, wymaga ponownego opracowania projektu osłon stałych.

PROJEKTY
Ochron Radiologicznych
Dariusz Adamski
mgr inż. Dariusz Adamski

Załącznik 1 - Usytuowanie obszaru pracy aparatu rtg na sali operacyjnej hybrydowej



AB, BC, CD, AD - oznaczenia ścian,

PROJEKTY
Ochron Radiologicznych
mgr inż. Dariusz Adamski

Skala 1:100

Załącznik 2- Podstawowe wymagania dla pracowni rentgenowskich

1. Wysokość pracowni rentgenowskiej nie może być mniejsza niż 2,5 m.
2. Powierzchnia gabinetu rentgenowskiego, w którym znajduje się:
 - diagnostyczny aparat rentgenowski nie może być mniejsza niż 15 m². Na każdą następną lampę należy przeznaczyć dodatkowo min. 5 m².
 - zestaw rentgenowski do radiologii zabiegowej, nie może być mniejsza niż 20 m².
 - aparat rentgenowski stomatologiczny, aparat mammograficzny, aparat do densytometrii kości – powierzchnia nie może być mniejsza niż 8 m². Na każdy następny, zainstalowany w tym samym gabinecie, należy dodatkowo przeznaczyć 4 m².
3. Pracownie rentgenowskie muszą być wyposażone w wentylację zapewniającą co najmniej 1,5 krotną wymianę powietrza.
4. Pracownie rentgenowskie należy wyposażyć w sprzęt ochronny przed promieniowaniem rentgenowskim dobrany do typu zainstalowanych aparatów rentgenowskich i rodzaju wykonywanych badań lub zabiegów radiologicznych. Powinny to być parawany, ekrany, kompletne osłony będące na wyposażeniu aparatu rtg, środki ochrony indywidualnej dla pracowników (fartuchy, rękawice, okulary, maski ze szkła lub tworzywa ołowiowego) oraz osłony dla pacjentów, w szczególności osłony na gonady.
5. Aparat rentgenowski należy zainstalować tak, aby zapewniony był swobodny dostęp do pacjenta co najmniej z dwóch stron.
6. W pracowni rentgenowskiej, w widocznym miejscu powinna znajdować się informacja o konieczności powiadomienia rejestratorki i operatora aparatu rentgenowskiego, przed wykonaniem badania, o tym, że pacjentka jest w ciąży.
7. Drzwi do gabinetu rtg należy oznakować tablicą informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym.
8. W podmiocie udzielającym świadczeń zdrowotnych z wykorzystaniem promieniowania jonizującego, w którego skład wchodzi pracownia rentgenowska (gabinet rentgenowski), opracowuje się i wdraża program bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej.

Załącznik 3 - Przepisy prawne, normy, instrukcje

1. Prawo atomowe Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. (Dz. U. 2023, poz. 1173 t.j. z 2023.05.11).
2. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 sierpnia 2021 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. 2021, poz. 1667).
3. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 sierpnia 2021 r. w sprawie wskaźników pozwalających na wyznaczenie dawek promieniowania jonizującego stosowanych przy ocenie narażenia na promieniowanie jonizujące (Dz. U. 2021, poz. 1657).
4. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. z 2022 poz. 967 z 2022.05.06).
5. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. 2006, nr 180 poz. 1325).
6. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 20 lutego 2007 r. w sprawie podstawowych wymagań dotyczących terenów kontrolowanych i nadzorowanych (Dz. U. 2022 poz. 722 z 2022.04.04).
7. Polska Norma PN-86/J-80001. Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych.
8. Dane techniczne aparatu rtg.