

EKOLESNER - EMILIA LESNER

98-100 Łask

ul. Piotrkowska 2

NIP: 997 000 56 81

Tel.: 507 152 837

marzec 2019

**OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH PRZED PROMIENIOWANIEM
RENTGENOWSKIM**

Miejskie Centrum Medyczne „GÓRNA” w Łodzi

ul. Rzgowska 170, 93-311 Łódź

Pracownia Rentgenowska

Spis treści

1. Przedmiot opracowania	3
2. Przepisy i normy w zakresie higieny radiacyjnej mające zastosowanie w opracowaniu.....	3
3. Informacje o gabinecie rentgenowskim	4
4. Informacje o aparacie rentgenowskim	4
5. Metodyka obliczeń	5
6. Dane do obliczeń.....	6
7. Obliczenia osłon stałych.....	7
Aparat diagnostyczny do zdjęć kostno-płucnych	7
7.1. Zdjęcia na stół	7
7.2. Zdjęcia na statyw	13
8. Zestawienie stopnia osłoności własnej istniejących ścian, osłon wymaganych i dodatkowych – zalecanych do uzupełnienia.....	19
9. Podsumowanie	20
10. Informacje dodatkowe	21

Załącznik I Rzut pracowni RTG

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania są obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym.

Opracowanie wykonano w związku z utworzeniem pracowni rentgenowskiej, w której będzie zainstalowany aparat rentgenowski diagnostyczny do zdjęć kostno-płucnych;

Instalacja aparatu RTG wymusza konieczność zapewnienia ochrony przed promieniowaniem zarówno pracownikom Gabinetu, jak i innym osobom przebywającym lub mogącym przebywać w sąsiedztwie.

2. Przepisy i normy w zakresie higieny radiacyjnej mające zastosowanie w opracowaniu

- Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. - Prawo atomowe ((tekst jednolity: Dz. U. z 2018 r., poz. 792.).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20, poz. 168).
- 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, poz. 1851) oraz Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie 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. 98, poz. 981).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 12 listopada 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. z 4 grudnia 2015 r. poz. 2040).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr. 180, poz. 1325).
- Polska Norma: PN-86/J-80001. Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych.

3. Informacje o gabinecie rentgenowskim

Gabinet RTG znajduje się na drugim piętrze trzykondygnacyjnego budynku. Obok gabinetu jest pokój opisowy i dwie przebieralnie. Sterownia będzie utworzona w Gabinecie RTG za Ścianką Ochronną E-F. Pod Gabinetem RTG znajdują się gabinety lekarskie.

Adres Gabinetu / Pracowni RTG

Miejskie Centrum Medyczne „GÓRNA” w Łodzi

ul. Rzgowska 170, 93-311 Łódź

Powierzchnia **Gabinetu RTG** wynosi 27,99 m² - (min. powierzchnia gabinetu RTG, w którym zainstalowany jest aparat rentgenowski diagnostyczny stomatologiczne zgodnie z obowiązującymi przepisami nie może być mniejsza niż 25 m²).

Wysokość **Gabinetu RTG** wynosi 2,94 m (min. wysokość gabinetu RTG zgodnie z obowiązującymi przepisami nie może być mniejsza niż 2,5 m).

Zarówno powierzchnia, jak i wysokość pomieszczenia są zgodne z wymaganiami przepisów i pozwalają na stosowanie w przedmiotowym gabinecie aparatu rentgenowskiego.

4. Informacje o aparacie rentgenowskim

Planowana jest instalacja aparatu RTG diagnostycznego do zdjęć kostno-płucnych.

Aparat RTG diagnostyczny do zdjęć kostno-płucnych

Zakłada się maksymalną ilość ekspozycji tygodniowo: na stół 100 i 80 na statyw.

Przyjęto maksymalnie stosowane parametry;

- 120 kV, 400 mA, czas 0,5 s dla zdjęć na stół,
- 150 kV, 320 mA, 0,1 s dla zdjęć na statyw.

Rejestracja zdjęć cyfrowa. Filtracja 2,5 mm Pb.

5. Metodyka obliczeń

Do obliczenia grubości osłon stałych przed promieniowaniem pierwotnym zastosowano wzór na krotność (k) osłabienie promieniowania (pkt 2.5.1.2. Normy):

$$k = \frac{D' \cdot I \cdot t \cdot y}{D \cdot l^2}$$

gdzie:

- D' – moc dawki wg 2.5.1.1 w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA ($\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$)
- I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej (mA)
- t – czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym, wyznaczony zgodnie z 2.3 Normy (min.)
- D – dawka tygodniowa określona zgodnie z 2.2 Normy (mGy)
- l – najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy (m)
- y – współczynnik zgodny z 2.4 Normy

Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia należy obliczyć wg wzoru:

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

gdzie:

- 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 lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie (s., min. lub h)

Grubość osłon z ołowiu wyznaczono na podstawie krzywych przedstawionych na Rys. 1., Rys. 3. Normy. Grubości osłon z innych materiałów przyjęto zgodnie z Tablicami 4÷9 Normy.

Do obliczenia grubości osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym zastosowano wzór na zredukowaną moc dawki (C_I) (pkt 2.5.2.1. Normy):

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

gdzie:

- D – dawka tygodniowa określona zgodnie z 2.2 Normy (mGy)
- l – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy (m)
- t – czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym, wyznaczony zgodnie z 2.3 Normy (h)
- I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej (mA)

6. Dane do obliczeń

Informacje o parametrach technicznych aparatu RTG

W celu zapewnienia maksymalnego bezpieczeństwa pracy w narażeniu na promieniowanie jonizujące przy obliczaniu osłon, założono maksymalne ze stosowanych w praktyce, parametry pracy lampy RTG, gwarantujące właściwy dobór osłon.

Informacje o liczbie badań i czasach narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (uzgodniono z Inwestorem)

Badania RTG	plan. liczba badań tygodniowo (w czasie jednej zmiany)	czas badania (sek.)	max czas pracy lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie		
			(sek.)	(min.)	(godz.)
zdjęcia na stół	100	0,5	50	0,83	0,02
zdjęcia na statyw	80	0,1	8	0,13	0,002

Informacje o dawkach granicznych promieniowania jonizującego

Konstrukcja ścian, stropów, okien, drzwi oraz zainstalowane urządzenia ochronne powinny zabezpieczać osoby pracujące, a także osoby z ogółu ludności przed otrzymaniem, w ciągu roku, następujących wartości dawek promieniowania:

Miejsce obowiązywania limitu dawki	limit dawki dla:	
	osób pracujących	osób z ogółu ludności
w gabinecie RTG	6,0 mSv /rok (0,115 mGy /tydz.)	–
w pomieszczeniach pracowni RTG - poza gabinetem RTG	3,0 mSv /rok (0,052 mGy /tydz.)	–
w pomieszczeniach poza pracownią RTG a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie	0,5 mSv /rok (0,0087 mGy /tydz.)	0,5 mSv /rok (0,0087 mGy /tydz.)
w budynkach mieszkalnych, w sąsiedztwie pracowni RTG	–	0,1 mSv /rok (0,002 mGy /tydz.)

7. Obliczenia osłon stałych

Obliczenia są wykonane przy ustawieniu lampy najbliższej osłony dla, której jest wyznaczana osłonność.

7.1 Zdjęcia na stół

Oslona Strop, za osłoną: na pierwszym piętrze gabinety lekarskie (miejsce stałego przebywania ludzi).

materiał osłony:	żelbet	
grubość materiału osłony:	32 cm	
gęstość materiału osłony:	2,5 g/cm ³	
Osłonność własna istniejącej osłony wynosi:		5 mm Pb

Osłonność wymagana istniejącej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:	pierwotne, rozproszone
T - prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu	1
U - prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony	1
t ₀ - max. czas pracy lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie (min.)	0,83
t ₀ - max. czas pracy lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie (godz.)	0,02
t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (min.)	0,83
t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (godz.)	0,02
D' - moc dawki w odległości 1 m: (cGy·min ⁻¹ ·m ² ·mA ⁻¹)	2
I - Nominalne natężenie prądu anodowego lampy RTG: (mA)	400
D - dawka tygodniowa (μGy/cGy)	8,7/0,001
l - najmniejsza odl. przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego (m)	1
y - współczynnik osłabienia w tkance (wodzie)	0,08

$$k = \frac{D' \cdot I \cdot t \cdot y}{D \cdot l^2} = \frac{2 \cdot 400 \cdot 0,83}{0,001 \cdot (1)^2} \cdot 0,08 = 53$$

$$C_I = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot (1)^2}{0,02 \cdot 400} = 1,1 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 1,1 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia =120 kV osłonność 1,8 mm Pb (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3. Normy) oraz dla współczynnika k=53 i napięcia =120 kV (zgodnie z pkt. 2.5.1.2., Rys. 1 Normy) wymagana osłonność istniejącej osłony powinna wynosić 0,7 mm Pb

1,8 mm Pb

Porównanie osłonności własnej i wymaganej:

Osłonność własna stropu	5 mm Pb
Rodzaj promieniowania	pierwotnego, rozproszone
Osłonność wymagana	1,8 mm Pb

Podsumowanie: Istniejący Strop nie wymaga dodatkowej osłony.

Oslona A-F ściana za osłoną: przebieralnie (miejsce czasowego przebywania ludzi).

Oslona projektowana

Oslonność wymagana projektowanej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:	rozproszone
T - prawdopodobieństwo przebywanie ludzi w osłanianym miejscu	0,25
U - prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony	1
t ₀ - max. czas pracy lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie (godz.)	0,02
t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (godz.)	0,005
I - Nominalne natężenie prądu anodowego lampy RTG: (mA)	400
D - dawka tygodniowa (μGy)	8,7
l - najmniejsza odl. przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego (m)	2,24

$$C_I = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot (2,24)^2}{0,005 \cdot 400} = 21,8 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 21,8 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia =120 kV osłonność (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3. Normy) wymagana osłonność istniejącej osłony powinna wynosić

0,7 mm Pb

Oslonność wymagana:

Rodzaj promieniowania	rozproszone
Oslonność wymagana projektowanej ściany	0,7 mm Pb

**Podsumowanie: Projektowana Ściana A-F powinna mieć osłonność minimum 0,7 mm Pb.
Projektowana jest ściana z cegły pełnej 12 cm.**

Oslona Drzwi D1 i D2 za osłoną: przebieralnie (miejsce czasowego przebywania ludzi).

Oslona projektowana

Oslonność wymagana projektowanej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:	rozproszone
T - prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu	0,25
U - prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony	1
t ₀ - max. czas pracy lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie (godz.)	0,02
t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (godz.)	0,005
I - Nominalne natężenie prądu anodowego lampy RTG: (mA)	400
D - dawka tygodniowa (μGy)	8,7
l - najmniejsza odl. przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego (m)	2,37

$$C_I = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot (2,37)^2}{0,005 \cdot 400} = 24,4 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 24,4 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia =120 kV osłonność (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3. Normy) wymagana osłonność istniejącej osłony powinna wynosić

0,7 mm Pb

Oslonność wymagana:

Rodzaj promieniowania	rozproszone
Oslonność wymagana projektowanej ściany	0,7 mm Pb

Podsumowanie: Projektowane osłony Drzwi D1 i Drzwi D2 powinny mieć osłonność minimum 0,7 mm Pb. Projektowana jest ściana z cegły pełnej 12 cm. Projektowane są drzwi ochronne o osłonności 1 mm Pb.,

Oslona E-F Ścianka Ochronna z Oknem Wglądowym OW, za osłoną: sterownia (miejsce stałego przebywania ludzi).

Oslona projektowana

Oslonność wymagana projektowanej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:	rozproszone
T - prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu	1
U - prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony	1
t ₀ - max. czas pracy lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie (godz.)	0,02
t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (godz.)	0,02
I - Nominalne natężenie prądu anodowego lampy RTG: (mA)	400
D - dawka tygodniowa (μGy)	52
l - najmniejsza odl. przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego (m)	2,30

$$C_I = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{52 \cdot (2,30)^2}{0,02 \cdot 400} = 34,3 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 34,3 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia =120 kV osłonność (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3. Normy) wymagana osłonność istniejącej osłony powinna wynosić

0,6 mm Pb

Oslonność wymagana:

Rodzaj promieniowania	rozproszone
Oslonność wymagana projektowanej ściany	0,6 mm Pb

Podsumowanie: Projektowana Ścianka Ochronna E-F i Okno Wglądowe OW powinna mieć osłonność minimum 0,6 mm Pb. Projektowana jest ścianka z cegły pełnej 12 cm oraz Okno Wglądowe o osłonność 1 mm Pb. Ścianka Ochronna powinna mieć wysokość 2,94 m.

Oslona F-G ściana, za osłoną: korytarz (miejsce czasowego przebywania ludzi).

Oslona projektowana

Oslonność wymagana projektowanej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:	rozproszone
T - prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu	0,25
U - prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony	1
t ₀ - max. czas pracy lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie (godz.)	0,02
t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (godz.)	0,005
I - Nominalne natężenie prądu anodowego lampy RTG: (mA)	400
D - dawka tygodniowa (μGy)	8,7
l - najmniejsza odl. przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego (m)	3,56

$$C_I = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot (3,56)^2}{0,005 \cdot 400} = 55,1 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 55,1 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia =120 kV
osłonność (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3. Normy) wymagana osłonność istniejącej
osłony powinna wynosić

0,5 mm Pb

Oslonność wymagana:

Rodzaj promieniowania	rozproszone
Oslonność wymagana projektowanej ściany	0,5 mm Pb

**Podsumowanie: Projektowana Ściana F-G powinna mieć osłonność minimum 0,5 mm Pb.
Projektowana jest ściana z cegły pełnej 12 cm.**

Oslona C-D ściana, za osłoną: pokój opisowy (miejsce stałego przebywania ludzi).

Oslonność własna istniejącej osłony:

materiał osłony:	cegła pełna
grubość materiału osłony:	12 cm
gęstość materiału osłony:	1,6 g/cm ³
Oslonność własna istniejącej osłony wynosi:	

1 mm Pb

Oslonność wymagana istniejącej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:	rozproszone
T - prawdopodobieństwo przebywanie ludzi w osłanianym miejscu	1
U - prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony	1
t ₀ - max. czas pracy lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie (godz.)	0,02
t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (godz.)	0,02
I - Nominalne natężenie prądu anodowego lampy RTG: (mA)	400
D - dawka tygodniowa (μGy)	8,7
l - najmniejsza odl. przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego (m)	4,33

$$C_l = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot (4,33)^2}{0,02 \cdot 400} = 20,4 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 20,4 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia =120 kV oslonność (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3. Normy) wymagana oslonność istniejącej osłony powinna wynosić

0,7 mm Pb

Porównanie oslonności własnej i wymaganej:

Oslonność własna ściany	1 mm Pb
Rodzaj promieniowania	rozproszone
Oslonność wymagana	0,7 mm Pb

Podsumowanie: Istniejąca Ściana C-D nie wymaga dodatkowej osłony.

7. 2. Zdjęcia na statyw

Oslona Strop, za osłoną: na pierwszym piętrze gabinety lekarskie (miejsce stałego przebywania ludzi).

Oslonność własna istniejącej osłony:

materiał osłony:	żelbet
grubość materiału osłony:	32 cm
gęstość materiału osłony:	2,5 g/cm ³
Oslonność własna istniejącej osłony wynosi:	5 mm Pb

Oslonność wymagana istniejącej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:	rozproszone
T - prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu	1
U - prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony	1
t ₀ - max. czas pracy lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie (godz.)	0,002
t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (godz.)	0,002
I - Nominalne natężenie prądu anodowego lampy RTG: (mA)	320
D - dawka tygodniowa (μGy)	8,7
l - najmniejsza odl. przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego (m)	1,50

$$C_I = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot (1,50)^2}{0,002 \cdot 320} = 30,6 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 30,6 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia =150 kV osłonność (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3. Normy) wymagana osłonność istniejącej osłony powinna wynosić

0,9 mm Pb

Porównanie osłonności własnej i wymaganej:

Oslonność własna stropu	5 mm Pb
Rodzaj promieniowania	rozproszone
Oslonność wymagana	0,9 mm Pb

Podsumowanie: Istniejący Strop nie wymaga dodatkowej osłony.

Oslona A-F ściana za osłoną: przebieralnie (miejsce czasowego przebywania ludzi).

Oslona projektowana

Oslonność wymagana projektowanej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:	rozproszone
T - prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu	0,25
U - prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony	1
t ₀ - max. czas pracy lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie (godz.)	0,002
t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (godz.)	0,0005
I - Nominalne natężenie prądu anodowego lampy RTG: (mA)	320
D - dawka tygodniowa (μGy)	8,7
l - najmniejsza odl. przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego (m)	2,37

$$C_I = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot (2,37)^2}{0,0005 \cdot 320} = 305,4 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 305,4 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia = 150 kV osłonność (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3. Normy) wymagana osłonność istniejącej osłony powinna wynosić

0,3 mm Pb

Oslonność wymagana:

Rodzaj promieniowania	rozproszone
Oslonność wymagana projektowanej ściany	0,3 mm Pb

**Podsumowanie: Projektowana Ściana A-F powinna mieć osłonność minimum 0,3 mm Pb.
Projektowana jest ściana z cegły pełnej 12 cm.**

Oslona Drzwi D1 i D2 za osłoną: przebieralnie (miejsce czasowego przebywania ludzi).

Oslona projektowana

Oslonność wymagana projektowanej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:	rozproszone
T - prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu	0,25
U - prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony	1
t ₀ - max. czas pracy lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie (godz.)	0,002
t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (godz.)	0,0005
I - Nominalne natężenie prądu anodowego lampy RTG: (mA)	320
D - dawka tygodniowa (μGy)	8,7
l - najmniejsza odl. przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego (m)	2,37

$$C_I = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot (2,37)^2}{0,0005 \cdot 320} = 305,4 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 305,4 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia =150 kV osłonność (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3. Normy) wymagana osłonność istniejącej osłony powinna wynosić

0,3 mm Pb

Oslonność wymagana:

Rodzaj promieniowania	rozproszone
Oslonność wymagana projektowanej ściany	0,3 mm Pb

Podsumowanie: Projektowana osłona Drzwi D1 i D2 powinna mieć osłonność minimum 0,3 mm Pb. Projektowane są drzwi ochronne 1 mm Pb.,

Oslona E-F Ścianka Ochronna z Oknem Wglądowym OW: za osłoną: sterownia (miejsce stałego przebywania ludzi).

Oslona projektowana

Oslonność wymagana projektowanej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:	rozproszone
T - prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu	1
U - prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony	1
t ₀ - max. czas pracy lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie (godz.)	0,002
t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (godz.)	0,002
I - Nominalne natężenie prądu anodowego lampy RTG: (mA)	320
D - dawka tygodniowa (μGy)	52
l - najmniejsza odl. przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego (m)	4,60

$$C_I = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{52 \cdot (4,60)^2}{0,002 \cdot 320} = 1719 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 1719 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia =150 kV
osłonność (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3. Normy) wymagana osłonność istniejącej
osłony powinna wynosić

<0,1 mm Pb

Oslonność wymagana:

Rodzaj promieniowania	rozproszone
Oslonność wymagana projektowanej ściany	<0,1 mm Pb

Podsumowanie: Projektowana Ścianka Ochronna i Okno Wglądowe OW powinna mieć osłonność <0,1 mm Pb.

Oslona F-G ściana, za osłoną: korytarz (miejsce czasowego przebywania ludzi).

Oslona projektowana

Oslonność wymagana projektowanej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:	rozproszone
T - prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu	0,25
U - prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony	1
t ₀ - max. czas pracy lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie (godz.)	0,002
t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (godz.)	0,0005
I - Nominalne natężenie prądu anodowego lampy RTG: (mA)	320
D - dawka tygodniowa (μGy)	8,7
l - najmniejsza odl. przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego (m)	5,35

$$C_I = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot (5,35)^2}{0,0005 \cdot 320} = 1556 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 1556 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia =150 kV
osłonność (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3. Normy) wymagana osłonność istniejącej
osłony powinna wynosić

<0,1 mm Pb

Oslonność wymagana:

Rodzaj promieniowania	rozproszone
Oslonność wymagana projektowanej ściany	<0,1 mm Pb

Podsumowanie: Projektowana Ściana F-G osłonność <0,1 mm Pb. Projektowana jest ściana z cegły pełnej 12 cm.

Oslona C-D ściana, za osłoną: pokój opisowy (miejsce stałego przebywania ludzi).

Oslonność własna istniejącej osłony:

materiał osłony:	cegła pełna
grubość materiału osłony:	12 cm
gęstość materiału osłony:	1,6 g/cm ³
Oslonność własna istniejącej osłony wynosi:	1 mm Pb

Oslonność wymagana istniejącej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:	rozproszone
T - prawdopodobieństwo przebywanie ludzi w osłanianym miejscu	1
U - prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony	1
t ₀ - max. czas pracy lampy RTG w ciągu tygodnia na jednej zmianie (godz.)	0,002
t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (godz.)	0,002
I - Nominalne natężenie prądu anodowego lampy RTG: (mA)	320
D - dawka tygodniowa (μGy)	8,7
l - najmniejsza odl. przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego (m)	7,99

$$C_I = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8,7 \cdot (7,99)^2}{0,002 \cdot 320} = 868 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 868 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia =150 kV osłonność (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3. Normy) wymagana osłonność istniejącej osłony powinna wynosić

<0,1 mm Pb

Porównanie osłonności własnej i wymaganej:

Oslonność własna ściany	1 mm Pb
Rodzaj promieniowania	rozproszone
Oslonność wymagana	<0,1 mm Pb

Podsumowanie: Istniejąca Ściana C-D nie wymaga dodatkowej osłony.

8. Zestawienie stopnia osłonności własnej istniejących ścian, osłon wymaganych i dodatkowych – zalecanych do uzupełnienia

Osłona	Osłonność (mm Pb)		Osłonność własna – wystarczająca (tak lub nie)	Do uzupełnienia (zalecane)	
	własna	wymagana		w mm Pb	Uwagi o istniejących i projektowanych osłonach
Ściana <i>A-F</i> (przebieralnie)	osłona projektowana	0,3 i 0,7	-	nie dotyczy	ściana – cegła pełna 12 cm (1 mm Pb)
Drzwi <i>D1</i> i <i>D2</i> (przebieralnie)	osłona projektowana	0,3 i 0,7	-	nie dotyczy	drzwi -1 mm Pb
Ściana <i>C-D</i> (pokój opisowy)	1	<0,1 i 0,7	TAK	nie dotyczy	ściana częściowo osłonięta przez Ściankę Ochronną E-F-
Ścianka Ochronna <i>E-F</i>	osłona projektowana	<0,1 i 0,6	-	nie dotyczy	ściana - cegła pełna 12 cm (1 mm Pb), stanowisko eksponującego
Okno Wglądowe OW	osłona projektowana	<0,1 i 0,6		nie dotyczy	Okno Wglądowe 1 mm Pb, stanowisko eksponującego
Ściana <i>F-G</i> (korytarz)	osłona projektowana	<0,1 i 0,5		nie dotyczy	ściana - cegła pełna 12 cm (1 mm Pb)
<i>STROP</i> (pierwsze piętro, gabinety lekarskie)	5	0,9 i 1,8	TAK	nie dotyczy	-

9. Podsumowanie

Projektowana Ścianka Ochronna *E-F* (za ścianką sterownia) powinna mieć osłonność minimum 0,6 mm Pb.

Zaprojektowano ściankę z cegły pełnej 12 cm (1 mm Pb).

Ścianka powinna mieć wysokość 2,94 cm.

Projektowana Ściana *A-F* (za ścianą przebieralnie) powinna mieć osłonność minimum 0,7 mm Pb.

Zaprojektowano ścianę z cegły pełnej 12 cm (1 mm Pb).

Okno Wglądowe OW powinno mieć osłonność minimum 0,6 mm Pb.

Zaprojektowano Okno Wglądowe, ochronne RTG o osłonności 1 mm Pb.

Drzwi do przebieralni *D1* i *D2* powinny mieć osłonność minimum 0,6 mm Pb.

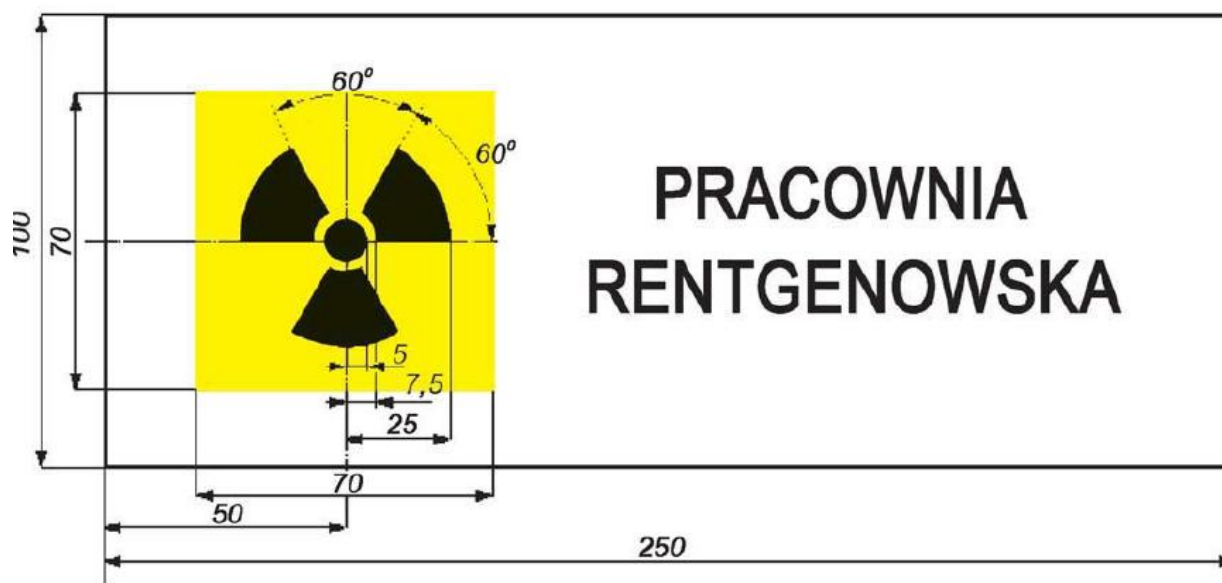
Zaprojektowano *D1* i *D2* drzwi ochronne RTG o osłonności 1 mm Pb.

Uwaga: Każda wymiana lub zmiana usytuowania aparatury rentgenowskiej, jak również ingerencja w osłony stałe (ściany i stropy itp.) przedmiotowego gabinetu wymaga sporządzenia aneksu do niniejszego opracowania.

10. Informacje dodatkowe

- Niniejsze opracowanie winno zostać przesłane do Państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego w Łodzi, ul. Wodna 40, 90-046 Łódź; celem zaopiniowania i zatwierdzenia..
- Gabinet należy wyposażyć w fartuchy ochronne, osłony na gonady oraz osłony na tarczycę.
- Gabinet należy wyposażyć w połączenie głosowe ze sterownią.
- **Wentylacja grawitacyjna gabinetu RTG zapewnia min. 1,5-krotną wymianę powietrza na godzinę.**
- Gabinet będzie miał zainstalowaną sygnalizację ostrzegawczą umieszczoną nad drzwiami D1 do gabinetu RTG włączaną równocześnie z zasilaniem generatora.
- W widocznym dla pacjentów miejscu należy umieścić informacja o konieczności powiadamiania rejestratorki i operatora aparatu rentgenowskiego, przed wykonaniem badania, o tym, że pacjentka jest w ciąży.
- Na drzwiach gabinetu rentgenowskiego (miejsca oznaczone na rysunku Pracownia RTG poniższym symbolem), należy umieścić tablicę informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym. Wzór tablicy określa załącznik nr 1 do Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180, poz. 1325).

- Wzór tablicy informacyjnej ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym



Wymiary podano w milimetrach.

Kolor tła symbolu promieniowania jonizującego — żółty.

Kolor symbolu promieniowania jonizującego — czarny.

PROJEKT OPRACOWAŁA

mgr inż. Mariola Lesner

mgr inż. Marcin Przybylski