

OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH PRZED PROMIENIOWANIEM RENTGENOWSKIM

dot.

SAMODZIELNY PUBLICZNY ZESPÓŁ ZAKŁADÓW OPIEKI ZDROWOTNEJ
Zakład Diagnostyki Obrazowej – GABINET TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ

Żuromin 09–300, ul. Szpitalna 56.

Żuromin , wrzesień 2010

Praca o charakterze autorskim. Kopiowanie części lub całości, a także rozpowszechnianie bez zgody autora zabronione.
egzemplarz nr 1

Spis treści

Spis treści	2
1 Przedmiot opracowania.....	3
2 Przepisy i normy w zakresie higieny radiacyjnej mające zastosowanie w opracowaniu.....	3
3 Informacje o gabinetach stomatologicznych /gabinetach rentgenowskich	4
4 Informacje o aparatach rentgenowskich.....	4
5 Metodyka obliczeń	5
6 Obliczenia osłon stałych.....	6
7 Zestawienie stopnia osłonności własnej istniejących ścian, osłon wymaganych i dodatkowych – przewidzianych do uzupełnienia	19
8 Podsumowanie	20
9 Informacje dodatkowe	21

1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania są obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym. Opracowanie wykonano w związku z zamiarem modernizacji istniejącego gabinetu rtg. Modernizacja będzie polegała na deinstalacji starego ogólnodiagnostycznego aparatu rtg, dostosowaniu gabinetu na potrzeby pracowni tomografii komputerowej i zainstalowaniu tomografu komputerowego.

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

Niniejsze opracowanie stanowi jeden z elementów procesu ubiegania się o zezwolenie na uruchomienie i stosowanie aparatu rentgenowskiego oraz na uruchomienie pracowni.

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

- Ustawa z dnia 29 listopada 2000r. – Prawo atomowe (tekst jednolity: Dz. U. Nr 42 z 2007r., poz. 276 ze zm.).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20, poz. 168).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2002r. 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 2004r. 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 25 sierpnia 2005r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. Nr 194, poz. 1625)
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006r. 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

Przedmiotowy modernizowany gabinet rtg wchodzi w skład Zakładu Diagnostyki Obrazowej i znajduje się na II-gim piętrze budynku szpitala – Samodzielnego Publicznego Zespołu Zakładów Opieki Zdrowotnej w Żurominie.

Adres gabinetu: Żuromin 09-300, ul. Szpitalna 56.

Powierzchnia gabinetu rtg wynosi: 27,12 m² – (min. powierzchnia gabinetu rentgenowskiego, w którym jest zainstalowany /planuje się zainstalować diagnostyczny zestaw rentgenowski wyposażony w oddzielną lampę (...) – zgodnie z obowiązującymi przepisami – nie może być mniejsza niż 15 m²).

Wysokość gabinetu rtg (w świetle warstw wykończeniowych) wynosi: 2,55 m – (min. wysokość gabinetu rentgenowskiego – zgodnie z obowiązującymi przepisami – nie może być mniejsza niż 2,5 m).

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

Zakład Diagnostyki Obrazowej składa się z dwóch gabinetów rtg: ogólnodiagnostycznego i przedmiotowego – modernizowanego pod potrzeby gabinetu tomografii komputerowej.

4 Informacje o aparatach rentgenowskich

Planowana jest instalacja tomografu komputerowego SOMATOM Emotion 16, firmy Siemens.

Liczba rzędów /warstw: 24 /16.

Tryb akwizycji spiralnej: 0,6 mm /4 warstwy; 0,6 mm /16 warstw; 1,2 mm /16 warstw.

Tryb akwizycji aksjalnej – sekwencyjnej: 0,6 mm /4 warstwy; 0,6 mm /12 warstw; 0,6 mm /16 warstw; 5 mm /2 warstwy; 1,2 mm /12 warstw, 8 mm /2 warstwy; 1,2 mm /16 warstw.

Min. czas trwania skanu przy pełnym obrocie gantry: 0,6 sek.

Max czas ciągłego skanu spiralnego: 100 sek.

Zakres kV: 80, 110, 130. Zakres mA: 20-345.

Gantry: średnica: 70 cm, możliwe pochylenie: ±30°.

Stół pacjenta: zakres pionowego ruchu stołu: 45-83 cm.

Planuje się wykonywać badania tomograficzne głowy, kręgosłupa, jamy brzusznej i klatki piersiowej.

Aparat będą obsługiwali technicy elektroradiologii. Konsola sterownicza z monitorem, klawiaturą i panelem kontrolnym zostanie umieszczona w sterowni, obok przedmiotowego gabinetu. Łączność wizualna realizowana będzie poprzez okno wglądowe; łączność głosowa poprzez interkom lub inny system łączności.

5 Metodyka obliczeń

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

gdzie:

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

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:

gdzie:

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

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. 2. Normy. Grubości osłon z innych materiałów przyjęto zgodnie z Tablicami 4÷9 Normy.

Ostony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę obliczono stosując wzór na zredukowaną moc dawki (C_I) (pkt 2.5.2.1. Normy):

gdzie:

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

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)

Grubość osłon z ołowiu wyznaczono na podstawie krzywej przedstawionej na Rys. 3. Normy.

5.1 Dane do obliczeń

5.1.1 Informacje o parametrach technicznych aparatu (–ów) RTG

W celu zapewnienia maksymalnego bezpieczeństwa pracy w narażeniu na promieniowanie jonizujące przy obliczaniu osłon, założono maksymalne, ze stosowanych w praktyce, parametry pracy lamp RTG, gwarantujące właściwy dobór osłon. Podstawowe parametry techniczne aparatu przyjęte do obliczeń:

aparat	kV	mA	czas ekspozycji (sek.)
tomograf komputerowy SOMATOM Emotion 16	140	300	30

5.1.2 Informacje o liczbie badań i czasach narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (w uzgodnieniu z przedstawicielem Inwestora)

aparat	plan. liczba badań /tydz.	śr. czas poj. badania. (sek.)	max czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie		
			(sek.)	(min.)	(godz.)
tomograf komputerowy SOMATOM Emotion 16	100	30,0	3 000	50	0,83

5.1.3 Informacje o dawkach granicznych promieniowania jonizującego

Konstrukcja ścian, stropów, okien, drzwi oraz zainstalowane urządzenia ochronne winny 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 (0,058 mGy /tydz.)	–
w pomieszczeniach poza pracownią RTG a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie	0,5 mSv /rok (0,01 mGy /tydz.)	0,5 mSv /rok (0,01 mGy /tydz.)
w budynkach mieszkalnych, w sąsiedztwie pracowni RTG	–	0,1 mSv /rok (0,002 mGy /tydz.)

UWAGA:

W odniesieniu do pracowników Szpitala (Laboratorium, Oddziału Ginekologiczno – Położniczego z salą porodową oraz Zakładu Diagnostyki Obrazowej), z uwagi na fakt narażenia na promieniowanie jonizujące pochodzące z dwóch gabinetów, do obliczeń przyjmowano 50% podanych powyżej dawek granicznych.

6 Obliczenia osłon stałych

6.1.1 Osłona A – ściana zewnętrzna z oknami (za osłoną: przestrzeń na zewnątrz gabinetu rtg /budynku szpitala).

UWAGA: z powodu lokalizacji przedmiotowego gabinetu tomografii komputerowej na II-gim piętrze budynku Szpitala, oraz z uwagi na brak zabudowań w bezpośrednim sąsiedztwie odstąpiono od przeprowadzania obliczeń dla tej ściany.

6.1.2 Osłona B – ściana wewnętrzna (za osłoną: ciemnia)

:: Osłonność własna istniejącej osłony:

materiał osłony: cegła pełna + warstwa barytobetonu
 grubość materiału osłony: 120 mm cegła pełna + 10 mm barytobeton
 gęstość materiału osłony: 1,6 g/cm³ cegła pełna + 2,7 g/cm³ barytobeton

Osłonność własna istniejącej osłony wynosi:

1,65 mm Pb

:: Osłonność wymagana istniejącej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:

T – prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu:	rozproszone
U – prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony:	----- 1
t_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (min.)	----- 1
\dot{t}_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (godz.)	----- nie dotyczy
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (min.)	----- 0,83
\dot{t} – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (godz.)	----- nie dotyczy
D – moc dawki w odległości 1 m: ($mGy \cdot min^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$)	----- 0,83
I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg: (mA)	----- nie dotyczy
D – dawka tygodniowa: (mGy)	----- 300
l – najmniejsza odl. przed. rozpraszającego od miejsca osłanianego: (m)	----- 0,05 ^A
y – współczynnik osłabienia w ośrodku:	----- 2,2
	----- nie dotyczy

$$C_j = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{0,05 \cdot (2,2)^2}{0,83 \cdot 300} = 0,0009 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} = 0,9 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki =0,9 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ i napięcia =140 kV wymagana osłonność istniejącej osłony (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3. Normy) powinna wynosić:

3,0 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej:

Osłonność własna:	1,65 mm Pb
Rodzaj promieniowania:	rozproszone
Osłonność wymagana:	3,0 mm Pb
Osłonność własna – osłonność wymagana =	-1,35 mm Pb

:: Podsumowanie:

Istniejącą osłonę – ścianę B – należy dodatkowo zabezpieczyć przed przenikaniem promieniowania jonizującego materiałem o równoważniku min. 1,35 mm Pb.

^A 50% dawki 6 mS /rok (0,1 mGy /tydz.)

6.1.3 Osłona C – ściana wewnętrzna z drzwiami (za osłoną: kabiny dla pacjentów)

:: Osłonność własna istniejącej osłony:

materiał osłony:	odpowiednio: płyta gipsowo – kartonowa /materiał drzwi	
grubość materiału osłony:	odpowiednio: 25 /brak danych mm	
gęstość materiału osłony:	odpowiednio: 1,0 /brak danych g/cm ³	
Osłonność własna osłony – ściany – wynosi:		0,12 mm Pb
Osłonność własna osłony – drzwi – wynosi:		0 mm Pb

:: Osłonność wymagana istniejącej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:	rozproszone
T – prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu:	----- 0,05
U – prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony:	----- 1
t_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (min.)	----- nie dotyczy
t_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (godz.)	----- 0,83
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (min.)	----- nie dotyczy
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (godz.)	----- 0,042
D – moc dawki w odległości 1 m: (mGy·min ⁻¹ ·m ² ·mA ⁻¹)	----- nie dotyczy
I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg: (mA)	----- 300
D – dawka tygodniowa: (mGy)	----- 0,008
l – najmniejsza odl. przed. rozpraszającego od miejsca osłanianego: (m)	----- 3,0
y – współczynnik osłabienia w ośrodku:	----- nie dotyczy

$$C_I = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{0,008 \cdot (3,0)^2}{0,042 \cdot 300} = 0,005 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} = 5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 5 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ i napięcia = 140 kV
 wymagana osłonność istniejącej osłony (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3.
 Normy) powinna wynosić:

1,8 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej (w odniesieniu do ściany):

Osłonność własna:	0,12 mm Pb
Rodzaj promieniowania:	rozproszone
Osłonność wymagana:	1,8 mm Pb
Osłonność własna – osłonność wymagana =	-1,68 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej (w odniesieniu do drzwi)

Osłonność własna:	0 mm Pb
Rodzaj promieniowania:	rozproszone
Osłonność wymagana:	1,8 mm Pb
Osłonność własna – osłonność wymagana =	-1,8 mm Pb

:: Podsumowanie:

- Istniejącą osłonę – ścianę C (ściana z płyty gipsowo – kartonowej) – należy dodatkowo zabezpieczyć przed przenikaniem promieniowania jonizującego materiałem o równoważniku min. 1,68 mm Pb.
- Drzwi w ścianie C należy wykonać z materiałów o równoważniku min. 1,8 mm Pb.

UWAGA:

- Z uwagi na konieczność zapewnienia właściwej ochrony osobom przebywającym na korytarzu (pkt 6.1.4) sugeruję ścianę C (ściana z płyty gipsowo – kartonowej) dodatkowo zabezpieczyć przed przenikaniem promieniowania jonizującego materiałem o równoważniku min. 1,88 mm Pb.
- Z uwagi na konieczność zapewnienia właściwej ochrony osobom przebywającym na korytarzu (pkt 6.1.4) sugeruję drzwi w ścianie C wykonać z materiału o równoważniku 2 mm Pb.

6.1.4 Osłona C1 – ściana wewnętrzna z drzwiami (za osłoną: korytarz /poczekalnia)

:: Osłonność własna istniejącej osłony:

materiał osłony: odpowiednio: cegła pełna /materiał drzwi
 grubość materiału osłony: odpowiednio: 120 /brak danych mm
 gęstość materiału osłony: odpowiednio: 1,6 /brak danych g/cm³

Osłonność własna osłony – ściany – wynosi:

1,0 mm Pb

Osłonność własna osłony – drzwi – wynosi:

0 mm Pb

:: Osłonność wymagana istniejącej 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: (min.)

----- nie dotyczy

t_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (godz.)

----- 0,83

t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (min.)

----- nie dotyczy

t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (godz.)

----- 0,21

D – moc dawki w odległości 1 m: (mGy·min⁻¹·m²·mA⁻¹)

----- nie dotyczy

I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg: (mA)

----- 300

D – dawka tygodniowa: (mGy)

----- 0,008

l – najmniejsza odł. przed. rozpraszającego od miejsca osłanianego: (m)

----- 4,35

y – współczynnik osłabienia w ośrodku:

----- nie dotyczy

$$C_I = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{0,008 \cdot (4,35)^2}{0,21 \cdot 300} = 0,002 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} = 2 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 2 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ i napięcia = 140 kV
 wymagana osłonność istniejącej osłony (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3.

Normy) powinna wynosić:

2,0 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej (w odniesieniu ściany):

Osłonność własna:

1,0 mm Pb

Rodzaj promieniowania:

rozproszone

Osłonność wymagana:

2,0 mm Pb

Osłonność własna – osłonność wymagana =

-1,0 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej (w odniesieniu do drzwi):

Osłonność własna:

0 mm Pb

Rodzaj promieniowania:

rozproszone

Osłonność wymagana:

2,0 mm Pb

Osłonność własna – osłonność wymagana =

-2,0 mm Pb

:: Podsumowanie:

- Istniejącą osłonę – ścianę C1 – należy dodatkowo zabezpieczyć przed przenikaniem promieniowania jonizującego materiałem o równoważniku min. 1,0 mm Pb.
- Drzwi w ścianie C1 należy wykonać z materiałów o równoważniku min. 2,0 mm Pb.

UWAGA:

- Z uwagi na fakt, że ściana C1 znajduje się za ścianą C, dodatkowe zabezpieczenie tej ostatniej, zgodnie z sugestią zawartą w pkt 6.1.3, wyeliminuje konieczność dodatkowego zabezpieczenia ściany C1.
- Z uwagi na fakt, że drzwi w ścianie C1 znajdują się za drzwiami w ścianie C, wykonanie tych ostatnich, zgodnie z sugestią zawartą w pkt 6.1.3, pozwoli na zamontowanie „typowych” standardowych drzwi, bez konieczności zabezpieczenia ich blachą ołowową.

6.1.5 Osłona D – ściana wewnętrzna (za osłoną: kabina dla pacjentów)

:: Osłonność własna istniejącej osłony:

materiał osłony: cegła pełna + warstwa barytobetonu
 grubość materiału osłony: 120 mm cegła pełna + 10 mm barytobeton
 gęstość materiału osłony: 1,6 g/cm³ cegła pełna + 2,7 g/cm³ barytobeton

Osłonność własna istniejącej osłony wynosi:

1,65 mm Pb

:: Osłonność wymagana istniejącej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:

T – prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu:	rozproszone
U – prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony:	----- 0,25 ^B
t_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (min.)	----- 1
t_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (godz.)	----- nie dotyczy
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (min.)	----- 0,83
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (godz.)	----- nie dotyczy
D – moc dawki w odległości 1 m: (mGy·min ⁻¹ ·m ² ·mA ⁻¹)	----- 0,042
I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg: (mA)	----- nie dotyczy
D – dawka tygodniowa: (mGy)	----- 300
l – najmniejsza odł. przed. rozpraszającego od miejsca osłanianego: (m)	----- 0,008
y – współczynnik osłabienia w ośrodku:	----- 2,9
	----- nie dotyczy

$$C_I = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I} = \frac{0,008 \cdot (2,9)^2}{0,21 \cdot 300} = 0,001 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} = 1 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 1 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia = 140 kV
 wymagana osłonność istniejącej osłony (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3.
 Normy) powinna wynosić:

3,0 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej:

Osłonność własna:	1,65 mm Pb
Rodzaj promieniowania:	rozproszone
Osłonność wymagana:	3,0 mm Pb
Osłonność własna – osłonność wymagana =	-1,35 mm Pb

:: Podsumowanie:

Istniejącą osłonę – ścianę D – należy dodatkowo zabezpieczyć przed przenikaniem promieniowania jonizującego materiałem o równoważniku min. 1,35 mm Pb.

^B z uwagi na konieczność zapewnienia właściwej ochrony osobom przebywającym na korytarzu

6.1.6 Osłona E – ściana wewnętrzna z drzwiami (za osłoną: korytarz /poczekalnia)

:: Osłonność własna istniejącej osłony:

materiał osłony:	odpowiednio: płyta gipsowo – kartonowa /materiał drzwi	
grubość materiału osłony:	odpowiednio: 25 /brak danych mm	
gęstość materiału osłony:	odpowiednio: 1,0 /brak danych g/cm ³	
Osłonność własna osłony – ściany – wynosi:		0,12 mm Pb
Osłonność własna osłony – drzwi – wynosi:		0 mm Pb

:: Osłonność wymagana istniejącej 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: (min.)	----- nie dotyczy
t_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (godz.)	----- 0,83
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (min.)	----- nie dotyczy
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (godz.)	----- 0,21
D – moc dawki w odległości 1 m: (mGy·min ⁻¹ ·m ² ·mA ⁻¹)	----- nie dotyczy
I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg: (mA)	----- 300
D – dawka tygodniowa: (mGy)	----- 0,008
l – najmniejsza odl. przed. rozpraszającego od miejsca osłanianego: (m)	----- 4,35
y – współczynnik osłabienia w ośrodku:	----- nie dotyczy

$$C_I = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot l} = \frac{0,008 \cdot (4,35)^2}{0,21 \cdot 300} = 0,002 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} = 2 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 2 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia = 140 kV
 wymagana osłonność istniejącej osłony (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3.
 Normy) powinna wynosić:

2,0 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej (w odniesieniu do ściany):

Osłonność własna:	0,2 mm Pb
Rodzaj promieniowania:	rozproszone
Osłonność wymagana:	2,0 mm Pb
Osłonność własna – osłonność wymagana =	-1,8 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej (w odniesieniu do drzwi):

Osłonność własna:	0 mm Pb
Rodzaj promieniowania:	rozproszone
Osłonność wymagana:	2,0 mm Pb
Osłonność własna – osłonność wymagana =	-2,0 mm Pb

:: Podsumowanie:

- Istniejącą osłonę – ścianę E (ściana z płyty gipsowo – kartonowej) – należy dodatkowo zabezpieczyć przed przenikaniem promieniowania jonizującego materiałem o równoważniku min. 1,8 mm Pb.
- Drzwi w ścianie E należy wykonać z materiałów o równoważniku min. 2,0 mm Pb.

6.1.7 Osłona F – ściana wewnętrzna (za osłoną: korytarz /poczekalnia)

:: Osłonność własna istniejącej osłony:

materiał osłony: cegła pełna + warstwa barytobetonu
 grubość materiału osłony: 250 mm cegła pełna + 10 mm barytobeton
 gęstość materiału osłony: 1,6 g/cm³ + 2,7 g/cm³ barytobeton

Osłonność własna istniejącej osłony wynosi:

3,0 mm Pb

:: Osłonność wymagana istniejącej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:

T – prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu:	rozproszone
U – prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony:	----- 0,25
t_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (min.)	----- 1
t_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (godz.)	----- nie dotyczy
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (min.)	----- 0,83
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (godz.)	----- nie dotyczy
D – moc dawki w odległości 1 m: (mGy·min ⁻¹ ·m ² ·mA ⁻¹)	----- 0,21
I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg: (mA)	----- nie dotyczy
D – dawka tygodniowa: (mGy)	----- 300
l – najmniejsza odl. przed. rozpraszającego od miejsca osłanianego: (m)	----- 0,008
y – współczynnik osłabienia w ośrodku:	----- 3,6
	----- nie dotyczy

$$C_l = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I} = \frac{0,008 \cdot (3,6)^2}{0,21 \cdot 300} = 0,001 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} = 1 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki =1 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ i napięcia =140 kV
 wymagana osłonność istniejącej osłony (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3.
 Normy) powinna wynosić:

3,0 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej

Osłonność własna:	3,0 mm Pb
Rodzaj promieniowania:	rozproszone
Osłonność wymagana:	3,0 mm Pb
Osłonność własna – osłonność wymagana =	0 mm Pb

:: Podsumowanie:

Istniejącą osłoną – ścianą F – stanowi wystarczające zabezpieczenie przed przenikaniem promieniowania na korytarz /poczekalnię.

6.1.8 Osłona G – ściana wewnętrzna (za osłoną: korytarz /poczekalnia)

:: Osłonność własna istniejącej osłony:

materiał osłony: cegła pełna + warstwa barytobetonu
 grubość materiału osłony: 120 mm cegła pełna + 20 mm barytobeton
 gęstość materiału osłony: 1,6 g/cm³ cegła pełna + 2,7 g/cm³ barytobeton
 Osłonność własna istniejącej osłony wynosi:

2,4 mm Pb

:: Osłonność wymagana istniejącej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:

T – prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu:	rozszone
U – prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony:	----- 0,25
t_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (min.)	----- 1
t_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (godz.)	----- nie dotyczy
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (min.)	----- 0,83
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (godz.)	----- nie dotyczy
D – moc dawki w odległości 1 m: (mGy·min ⁻¹ ·m ² ·mA ⁻¹)	----- 0,21
I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg: (mA)	----- nie dotyczy
D – dawka tygodniowa: (mGy)	----- 300
I – najmniejsza odl. przed. rozpraszającego od miejsca osłanianego: (m)	----- 0,008
y – współczynnik osłabienia w ośrodku:	----- 3,6
	----- nie dotyczy

$$C_1 = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I} = \frac{0,008 \cdot (3,6)^2}{0,21 \cdot 300} = 0,001 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} = 1 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki =1 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia =140 kV
 wymagana osłonność istniejącej osłony (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3.
 Normy) powinna wynosić:

3,0 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej:

Osłonność własna:	2,4 mm Pb
Rodzaj promieniowania:	rozszone
Osłonność wymagana:	3,0 mm Pb
Osłonność własna – osłonność wymagana =	-0,6 mm Pb

:: Podsumowanie:

Istniejącą osłonę – ścianę G – należy dodatkowo zabezpieczyć przed przenikaniem promieniowania jonizującego materiałem o równoważniku min. 0,6 mm Pb.

6.1.9 Osłona G1 – ściana wewnętrzna z drzwiami między sterownią a korytarzem /poczekalnią (za osłoną: korytarz /poczekalnia)

:: Osłonność własna istniejącej osłony:

materiał osłony:	odpowiednio: cegła pełna /materiał drzwi	
grubość materiału osłony:	odpowiednio: 120 /brak danych mm	
gęstość materiału osłony:	odpowiednio: 1,6 /brak danych g/cm ³	
Osłonność własna istniejącej osłony – ściany – wynosi:		1,0+2,0 ^C =3,0 mm Pb
Osłonność własna istniejącej osłony – drzwi – wynosi:		0+2,0 ^D =2,0 mm Pb

:: Osłonność wymagana istniejącej 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: (min.)	----- nie dotyczy
t_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (godz.)	----- 0,83
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (min.)	----- nie dotyczy
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (godz.)	----- 0,21
D – moc dawki w odległości 1 m: (mGy·min ⁻¹ ·m ² ·mA ⁻¹)	----- nie dotyczy
I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg: (mA)	----- 300
D – dawka tygodniowa: (mGy)	----- 0,008
l – najmniejsza odl. przed. rozpraszającego od miejsca osłanianego: (m)	----- 4,5
y – współczynnik osłabienia w ośrodku:	----- nie dotyczy

$$C_I = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{0,008 \cdot (4,5)^2}{0,21 \cdot 300} = 0,0025 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} = 2,5 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki =2,5 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia =140 kV
 wymagana osłonność istniejącej osłony (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3.
 Normy) powinna wynosić:

2,5 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej (w odniesieniu do ściany):

Osłonność własna:	3,0 mm Pb
Rodzaj promieniowania:	rozproszone
Osłonność wymagana:	2,5 mm Pb
Osłonność własna – osłonność wymagana =	+0,5 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej (w odniesieniu do drzwi):

Osłonność własna:	2,0 mm Pb
Rodzaj promieniowania:	rozproszone
Osłonność wymagana:	2,5 mm Pb
Osłonność własna – osłonność wymagana =	-0,5 mm Pb

:: Podsumowanie:

- Istniejąca osłona – ściana G1 – stanowi wystarczające zabezpieczenie przed przenikaniem promieniowania.
- Drzwi w ścianie G1 należy wykonać z materiałów o równoważniku min. 0,5 mm Pb.

^C przedmiotowa ściana G1 znajduje się za ścianą H o wymaganej osłonności 2,0 mm Pb – osłonność tą uwzględniono w osłonności własnej ściany G1.
^D przedmiotowe drzwi w ścianie G1 znajduje się za ścianą H o wymaganej osłonności 2,0 mm Pb – osłonność tą uwzględniono w osłonności własnej drzwi w ścianie G1.

6.1.10 Osłona H – ściana wewnętrzna z oknem wglądowym i drzwiami (za osłoną: sterownia)

:: Osłonność własna istniejącej osłony:

materiał osłony:	odpowiednio: płyta gipsowo – kartonowa /materiał okna /materiał drzwi	
grubość materiału osłony:	odpowiednio: 25 /brak danych /brak danych mm	
gęstość materiału osłony:	odpowiednio: 1,0 /brak danych /brak danych g/cm ³	
Osłonność własna istniejącej osłony – ściany – wynosi:		0,2 mm Pb
Osłonność własna istniejącej osłony – okna wglądowego – wynosi:		0 mm Pb
Osłonność własna istniejącej osłony – drzwi – wynosi:		0 mm Pb

:: Osłonność 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: (min.)	----- nie dotyczy
t_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (godz.)	----- 0,83
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (min.)	----- nie dotyczy
t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (godz.)	----- 0,83
D' – moc dawki w odległości 1 m: ($mGy \cdot min^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$)	----- nie dotyczy
I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg: (mA)	----- 300
D – dawka tygodniowa: (mGy)	----- 0,05 ^E
l – najmniejsza odl. przed. rozpraszającego od miejsca osłanianego: (m)	----- 4,0
y – współczynnik osłabienia w ośrodku:	----- nie dotyczy

$$C_l = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{0,05 \cdot (4,0)^2}{0,83 \cdot 300} = 0,003 mGy \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1} = 3 \mu Gy \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 3 $\mu Gy \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$ i napięcia = 140 kV
 wymagana osłonność istniejącej osłony (zgodnie z pkt 2.5.2.2.; Rys. 3.
 Normy) powinna wynosić:

2,0 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej (w odniesieniu do ściany):

Osłonność własna:	0,2 mm Pb
Rodzaj promieniowania:	rozproszone
Osłonność wymagana:	2,0 mm Pb
Osłonność własna – osłonność wymagana =	-1,8 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej (w odniesieniu do okna wglądowego):

Osłonność własna:	0 mm Pb
Rodzaj promieniowania:	rozproszone
Osłonność wymagana:	2,0 mm Pb
Osłonność własna – osłonność wymagana =	-2,0 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej (w odniesieniu do drzwi):

Osłonność własna:	0 mm Pb
Rodzaj promieniowania:	rozproszone
Osłonność wymagana:	2,0 mm Pb
Osłonność własna – osłonność wymagana =	-2,0 mm Pb

^E 50% dawki 6 mS /rok (0,1 mGy /tydz.)

:: Podsumowanie:

- Istniejącą osłonę – ścianę H (ściana z płyty gipsowo – kartonowej) – należy dodatkowo zabezpieczyć przed przenikaniem promieniowania jonizującego materiałem o równoważniku min. 1,8 mm Pb.
 - Okno wglądowe w ścianie H należy wykonać z materiałów o równoważniku min. 2,0 mm Pb.
 - Drzwi w ścianie H należy wykonać z materiałów o równoważniku min. 2,0 mm Pb.
-

6.1.11 Osłona strop górny – (za osłoną: O. Ginekologiczno – Położniczy z salą porodową)

:: Osłonność własna istniejącej osłony:

materiał osłony: płyta kanałowa + barytobeton
 grubość materiału osłony: 250 + 35 mm
 gęstość materiału osłony: 2,1 + 2,7 g/cm³
 Osłonność własna istniejącej osłony wynosi: **4,0 mm Pb^F**

:: Osłonność wymagana istniejącej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:	rozproszone ^G	rozproszone ^H
<i>T</i> – prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu:	----- 0,25	----- 1,5 ^I
<i>U</i> – prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony:	----- 1	----- 1
<i>t</i> ₀ – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (min.)	----- nie dotyczy	----- nie dotyczy
<i>t</i> ₀ – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (godz.)	----- 0,83	----- 0,83
<i>t</i> – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (min.)	----- nie dotyczy	----- nie dotyczy
<i>t</i> – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia (t=T·U·t ₀): (godz.)	----- 0,21	----- 1,25
<i>D</i> – moc dawki w odległości 1 m: (mGy·min ⁻¹ ·m ² ·mA ⁻¹)	----- nie dotyczy	----- nie dotyczy
<i>I</i> – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg: (mA)	----- 300	----- 300
<i>D</i> – dawka tygodniowa: (mGy)	----- 0,008	----- 0,008
<i>l</i> – najmniejsza odl. przed. rozpraszającego od miejsca osłanianego: (m)	----- 2,2	----- 2,2
<i>y</i> – współczynnik osłabienia w ośrodku:	----- nie dotyczy	----- nie dotyczy

$$C_1 = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I} = \frac{0,008 \cdot (2,2)^2}{0,21 \cdot 300} = 0,0006 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} = 0,6 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 0,6 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia = 140 kV
 wymagana osłonność istniejącej osłony (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3.
 Normy) powinna wynosić: **3,5 mm Pb**

$$C_1 = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I} = \frac{0,008 \cdot (2,2)^2}{1,25 \cdot 300} = 0,0001 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} = 0,1 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 0,1 μGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹ i napięcia = 140 kV
 wymagana osłonność istniejącej osłony (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3.
 Normy) powinna wynosić: **3,5 mm Pb**

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej (w odniesieniu do ściany):

Osłonność własna:	4,0 mm Pb
Rodzaj promieniowania:	rozproszone
Osłonność wymagana:	3,5 mm Pb
Osłonność własna – osłonność wymagana =	+0,5 mm Pb

:: Podsumowanie:

Istniejąca osłona – strop górny – stanowi wystarczające zabezpieczenie przed promieniowaniem.

^F uwzględniono niejednorodności i powierzchniowe spękania.

^G narażenie pacjentów Oddziału Ginekologiczno – Położniczego z salą porodową

^H narażenie personelu Szpitala: Oddziału Ginekologiczno – Położniczego z salą porodową

^I ponieważ czas pracy personelu w pomieszczeniach nad gabinetem TK może być dłuższy niż pracowników Zakładu Diagnostyki Obrazowej.

6.1.12 Osłona strop dolny – (za osłoną: Laboratorium)

:: Osłonność własna istniejącej osłony:

materiał osłony: płyta kanałowa + barytobeton
 grubość materiału osłony: 250 + 35 mm
 gęstość materiału osłony: 2,1 + 2,7 g/cm³
 Osłonność własna istniejącej osłony wynosi:

4,0 mm Pb^J

:: Osłonność wymagana istniejącej osłony – dane do obliczeń i obliczenia:

Na osłonę padać będzie promieniowanie:

T – prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu:
 U – prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki prom. w kier. osłony:
 t_0 – czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (min.)
 t_0 – max. czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia na jednej zmianie: (godz.)
 t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (min.)
 t – czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia ($t=T \cdot U \cdot t_0$): (godz.)
 D – moc dawki w odległości 1 m: (mGy·min⁻¹·m²·mA⁻¹)
 I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg: (mA)
 D – dawka tygodniowa: (mGy)
 l – najmniejsza odl. przed. rozpraszającego od miejsca osłanianego: (m)
 y – współczynnik osłabienia w ośrodku:

rozproszone
 ----- 1,5^K
 ----- 1
 ----- nie dotyczy
 ----- 0,83
 ----- nie dotyczy
 ----- 1,25
 ----- nie dotyczy
 ----- 300
 ----- 0,008
 ----- 2,5
 ----- nie dotyczy

$$C_I = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I} = \frac{0,008 \cdot (2,5)^2}{1,25 \cdot 300} = 0,0001 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} = 0,1 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki = 0,1 $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ i napięcia = 140 kV
 wymagana osłonność istniejącej osłony (zgodnie z pkt 2.5.2.2., Rys. 3.
 Normy) powinna wynosić:

3,5 mm Pb

:: Porównanie osłonności własnej i wymaganej:

Osłonność własna:
 Rodzaj promieniowania:
 Osłonność wymagana:
 Osłonność własna – osłonność wymagana =

4,0 mm Pb
 rozproszone
 3,5 mm Pb
 +0,5 mm Pb

:: Podsumowanie:

Istniejąca osłona – strop dolny – stanowi wystarczające zabezpieczenie przed promieniowaniem.

^J uwzględniono niejednorodności i powierzchniowe spękania.

^K ponieważ czas pracy personelu w pomieszczeniach nad gabinetem TK może być dłuższy niż pracowników Zakładu Diagnostyki Obrazowej.

7 Zestawienie stopnia osłonności własnej istniejących ścian, osłon wymaganych i dodatkowych – przewidzianych do uzupełnienia

Osłona (za osłoną)	Osłonność (mm Pb)		Osłonność własna – czy wystarczająca? (tak lub nie)	Do uzupełnienia (zalecane)	
	własna	wymagana ^L		w mm Pb	w mm stali
Ściana z oknami A	–	–	TAK	nie dotyczy	nie dotyczy
Ściana B	1,65	3,0	NIE	1,35	nie dotyczy
Ściana C	0,12	2,0	NIE	1,88	nie dotyczy
Drzwi (2 szt.) w ścianie C	0	2,0	NIE	2,0	nie dotyczy
Ściana C1	3,0 ^M	2,0	TAK	nie dotyczy	nie dotyczy
Drzwi (2 szt.) w ścianie C1	2,0 ^N	2,0	TAK	nie dotyczy	nie dotyczy
Ściana D	1,65	3,0	NIE	1,35	nie dotyczy
Ściana E	0,12	2,0	NIE	1,88	nie dotyczy
Drzwi (1 szt.) w ścianie E	0	2,0	NIE	2,0	nie dotyczy
Ściana F	3,0	3,0	TAK	nie dotyczy	nie dotyczy
Ściana G	2,4	3,0	NIE	0,6	nie dotyczy
Ściana G1 ^O	2 ^P	2,5	NIE	0,5	nie dotyczy
Ściana G1 ^O	3,0 ^R	2,5	TAK	nie dotyczy	nie dotyczy
Drzwi (1 szt.) w ścianie G1	2,0 ^S	2,5	NIE	0,5	nie dotyczy
Ściana H	0,2	2,0	NIE	1,8	nie dotyczy
Okno wglądowe H	0	2,0	NIE	2,0	nie dotyczy
Drzwi (1 szt.) w ścianie H	0	2,0	NIE	2,0	nie dotyczy
Strop górny	4,0	3,5	TAK	nie dotyczy	nie dotyczy
Strop dolny	4,0	3,5	TAK	nie dotyczy	nie dotyczy

Uwaga: Ochronność osłon w postaci graficznej przedstawiono na rysunku nr 1 (rysunek stanowi załącznik do niniejszego opracowania).

^L maksymalna wymagana osłonność danej ściany, wybrana z przedstawionych wcześniej obliczeń (pozostałe przypadki w tabeli pominięto).

^M z uwzględnieniem osłonności ściany i drzwi w ścianie C.

^N z uwzględnieniem osłonności ściany i drzwi w ścianie C.

^O dotyczy fragmentu z prawej strony drzwi wejściowych do sterowni – między drzwiami prowadzącymi z korytarza /poczekalni do sterowni a ścianą G.

^P z uwzględnieniem osłonności ściany, drzwi i okna wglądowego w ścianie H.

^Q dotyczy fragmentu z lewej strony drzwi wejściowych do sterowni.

^R z uwzględnieniem osłonności ściany, drzwi i okna wglądowego w ścianie H.

^S z uwzględnieniem osłonności ściany, drzwi i okna wglądowego w ścianie H.

8 Podsumowanie

W celu zabezpieczenia modernizowanego gabinetu rtg na potrzeby gabinetu tomografii komputerowej należy:

- ścianę B (między gabinetem rtg a ciemnią) dodatkowo zabezpieczyć materiałem o równoważniku min. 1,35 mm Pb,
- ścianę C (między gabinetem rtg a kabinami dla pacjentów) dodatkowo zabezpieczyć materiałem o równoważniku min. 1,88 mm Pb (w praktyce 2 mm Pb),
- drzwi w ścianie C – 2 szt. – (między gabinetem rtg a kabinami dla pacjentów) wykonać z materiałów o równoważniku min. 2,0 mm Pb,
- ścianę D (między gabinetem rtg a kabiną dla pacjentów i korytarzem /poczekalnią) dodatkowo zabezpieczyć materiałem o równoważniku min. 1,35 mm Pb,
- ścianę E (między gabinetem rtg a korytarzem /poczekalnią) dodatkowo zabezpieczyć materiałem o równoważniku min. 1,88 mm Pb (w praktyce 2 mm Pb),
- drzwi w ścianie E – 1 szt. – wykonać z materiałów o równoważniku min. 2,0 mm Pb,
- ścianę G (między gabinetem rtg a korytarzem /poczekalnią) dodatkowo zabezpieczyć materiałem o równoważniku min. 0,6 mm Pb,
- ścianę G1 (z prawej strony drzwi – między drzwiami prowadzącymi z korytarza /poczekalni do sterowni a ścianą G) dodatkowo zabezpieczyć materiałem o równoważniku min. 0,5 mm Pb,
- drzwi w ścianie G1 – 1 szt. – (między sterownią a korytarzem /poczekalnią) wykonać z materiałów o równoważniku min. 0,5 mm Pb,
- ścianę H (między gabinetem rtg a sterownią) dodatkowo zabezpieczyć materiałem o równoważniku min. 1,8 mm Pb (w praktyce 2 mm Pb),
- okno wglądowe w ścianie H (między gabinetem rtg a sterownią) wykonać z materiałów o równoważniku min. 2,0 mm Pb,
- drzwi w ścianie G – 1 szt. – (między gabinetem rtg a sterownią) wykonać z materiałów o równoważniku min. 2,0 mm Pb.

Dla ściany zewnętrznej A z powodu lokalizacji przedmiotowego gabinetu tomografii komputerowej na II-gim piętrze budynku Szpitala, oraz z uwagi na brak zabudowań w bezpośrednim sąsiedztwie odstąpiono od przeprowadzania obliczeń.

Ściana F stanowi wystarczające zabezpieczenie przed przenikaniem promieniowania na korytarz /poczekalnię.

Strop górny i strop dolny stanowią wystarczające zabezpieczenie przed przenikaniem promieniowania do pomieszczeń sąsiednich.

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

9 Informacje dodatkowe

- Niniejsze opracowanie winno zostać przesłane do Państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego w Warszawie, ul. Żelazna 79, 00-875 Warszawa celem zaopiniowania i zatwierdzenia.
- Należy stosować wyłącznie aparaturę rentgenodiagnostyczną wyposażoną w co najmniej sześciopulsowe generatory.
- Aparaty rentgenowskie należy instalować 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.
- Należy zapewnić łączność głosową (np. interkom) i wizualną (np. okno wglądowe) pomiędzy personelem medycznym przebywającym w sterowni a pacjentem przebywającym w gabinecie rentgenowskim.
- W gabinecie rentgenowskim należy zapewnić wentylację gwarantującą co najmniej 1,5-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny.
- Gabinet należy wyposażyć w komplet osłon z gumy ołowiowej:
 - na tarczycę, piersi, soczewki oczu i gonady (te ostatnie o równoważniku co najmniej 1 mm Pb), chroniących przed promieniowaniem części ciała i narządy pacjenta niebędące przedmiotem badania, a w szczególności znajdujące się w obrębie wiązki pierwotnej promieniowania, jeżeli nie umniejsza to diagnostycznych wartości wyniku badania.
 - dla pracowników (min. rękawice ochronne i fartuch ochronny).
- Nad drzwiami kabin dla pacjentów oraz nad drzwiami gabinetu rentgenowskiego (miejsca oznaczone na rysunku nr 1 symbolami „Znak ostrzegawczy” należy umieścić ostrzegawczą sygnalizację świetlną, informującą o włączeniu wysokiego napięcia na lampę rentgenowską.
- Drzwi do pracowni rentgenowskiej należy oznakować tablicą informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym. Wzór tablicy określa załącznik nr 1 do Dz. U. Nr 180/2006r., poz. 1325.
- W widocznym dla pacjentów miejscu należy umieścić informację o konieczności powiadamiania rejestratorki i operatora aparatu rentgenowskiego, przed wykonaniem badania, o tym, że pacjentka jest w ciąży.
- W gabinetach rentgenowskich nie można umieszczać sprzętów ani urządzeń niezwiązanych z działaniem aparatów rentgenowskich lub z wykonywanymi procedurami radiologicznymi.
- Bezpośrednio po zamontowaniu aparatu rentgenowskiego należy wystąpić do Państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego w Warszawie z wnioskiem o wydanie zezwolenia na uruchomienie i stosowanie aparatu RTG oraz na uruchomienie pracowni rentgenowskiej. Stosowne wnioski można pobrać ze strony <http://www.wsse.waw.pl/> (zakładka: „Pliki do pobrania” → „Wniosek na uruchomienie pracowni” + „Wniosek na uruchomienie i stosowanie aparatu rtg”). Do wniosków należy dołączyć wymagane załączniki (wymienione we wniosku o wydanie zezwolenia na uruchomienie i stosowanie aparatu RTG).

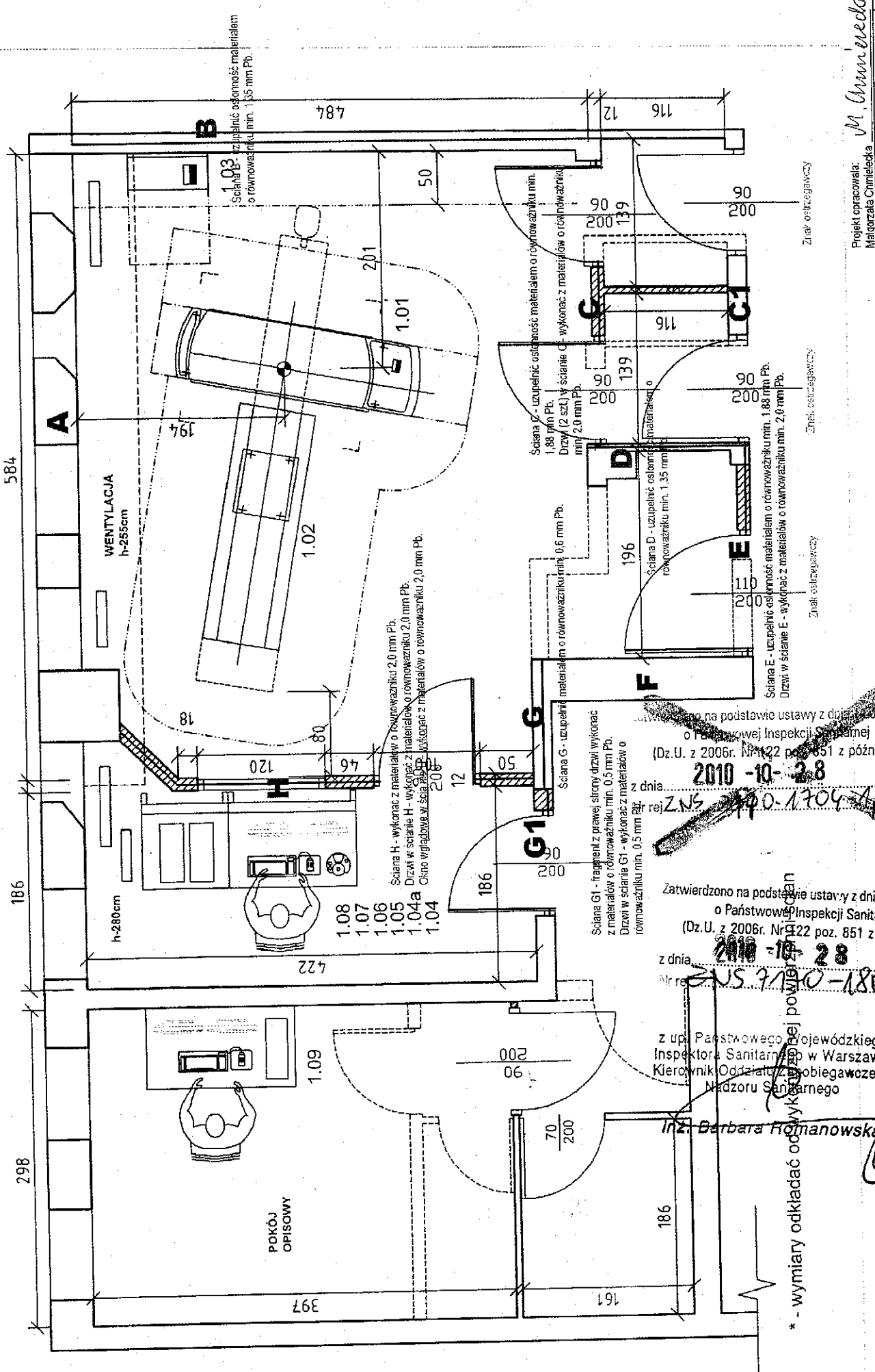
Do opracowania dołączono rysunek nr 1.

KONIEC OPRACOWANIA

PROJEKT OPRACOWAŁA

M. Chmielecka

mgr inż. Małgorzata Chmielecka



Znak ostrzegawczy

Zatwierdzono na podstawie ustawy z dnia 14.03.1985 r. o Państwowej Inspekcji Sanitarnej (Dz.U. z 2006r. Nr 22 poz. 851 z późn.zm.) z dnia 2010-10-28

Nr rej. ZNS 9140-1802-11105

z up. Państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego w Warszawie Kierownika Oddziału Probiegowego Nadzoru Sanitarnego

INŻ. Barbara Romanowska

* - wymiary odkładać o wykonanie

Projekt opracował: M. Chmurecka
Małgorzata Chmurecka

Żuromin	2010-08-24	1:50
Somatom Emotion 16 - usytuowanie aparatu	2010 119-	w-01