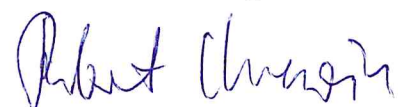


Białystok, dn. 14.09.2012 r.

# Projekt ochrony radiologicznej

Pracownia tomografii komputerowej  
Szpital Powiatowy w Zambrowie sp. z o.o.  
ul. Jana Pawła II 3  
18-300 Zambrów

projekt wykonał:  
Robert Chrenowicz  
Inspektor ochrony radiologicznej  
IOR-0, IOR-1, IOR-3.  
Zaświadczenie nr 2564/2010  
tel. 608307215  
r.chrenowicz@onet.eu



## Spis treści

1. Wstęp	str. 3
2. Opis usytuowania pracowni RTG	str. 3
3. Wiązki promieniowania jonizującego	str. 3
4. Opis istniejących osłon	str. 4
5. Dawki graniczne	str. 4
6. Wyposażenie pracowni RTG	str. 5
7. Założenia pracy ze źródłami promieniowania	str. 5
8. Rozmieszczenie aparatury	str. 6
9. Wentylacja – wymagania	str. 6
10. Sygnalizacja i oznaczenia	str. 6
11. Wzory do obliczeń osłon stałych przed promieniowaniem	str. 6
11.1. Czas narażenia na promieniowanie	str. 6
11.2. Osłony przed promieniowaniem pierwotnym	str. 6
11.3. Współczynnik gęstości materiału	str. 7
11.4. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę	str. 7
11.5. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym (bez uwzględniania promieniowania ubocznego)	str. 8
11.6. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym	str. 8
12. Obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem RTG	str. 9
13. Zestawienie osłon stałych	str. 15
14. Technologia wykonania osłon	str. 16
15. Wyposażenie pracowni	str. 17

## Załączniki

1. Zestawienie osłon stałych
2. Plan pracowni RTG – opis ścian – rys.1.
3. Osłony przed promieniowaniem RTG – rys. 2.
4. Plan ogólny – rys. 3.

## 1. Wstęp.

Projekt ochrony radiologicznej Pracowni tomografii komputerowej Szpitala Powiatowego w Zambrowie, ul. Jana Pawła II 3, 18-300 Zambrów, opracowano w oparciu o:

- Projekt rozmieszczenia aparatury – załącznik – rys. 2,
- Założenia pracy w pracowni rentgenowskiej,
- Zebrane informacje o istniejących osłonach stałych i oględzinach otoczenia (badany obiekt),
- Ustawę Prawo Atomowe z dnia 29 listopada 2000 r. (Dz. U. z 2012 r. nr 0 poz. 264 – Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 24 stycznia 2012 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo atomowe),
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 20, poz. 168),
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. nr 51, poz. 265),
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. nr 180, poz. 1325),
- Polską Normę PN-86/J-80001. Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych (PKN, MiJ),
- Dane techniczne tomografu Aquilion RXL firmy Toshiba,
- Projekt techniczny, 10.09.2012 r.

## 2. Opis usytuowania.

Pracownia RTG Pracowni tomografii komputerowej Szpitala Powiatowego w Zambrowie, ul. Jana Pawła II 3, 18-300 Zambrów, zwana dalej pracownią RTG, zlokalizowana jest w jednym z pomieszczeń kompleksu szpitalnego, na parterze. Pomieszczenie z tomografem znajduje się w części budynku wielokondygnacyjnego.

Niniejszy projekt dotyczy pomieszczenia sali tomografu, w którym znajduje się tomograf Aquilion RXL firmy Toshiba.

Powierzchnia pracowni TK wynosi 27.2 m<sup>2</sup>, sterowni TK 16.0 m<sup>2</sup>. Wysokość pomieszczenia wynosi 3.3 m. Zwymiarowany plan pracowni RTG wraz z opisem ścian zamieszczony jest w drugiej części opracowania (załączniki – rys. 1).

Pomieszczenie z aparatem RTG (tomograf) sąsiaduje z (zgodnie z rys. 1):

- terenem zewnętrznym (za ścianą A z oknamiA) – fosa dwumetrowa i wolna, niezabudowana przestrzeń – brak narażenia,
- sterownią RTG (za ścianą B z drzwiami drzB (z oknem PbB),
- korytarzem (za ścianą C z drzwiami drzC-1 i drzC-2),
- kabiną i pomieszczeniem WC (za ścianą C1 z drzwiami drzC1),
- pomieszczeniem operatorów (sterownia) (za ścianą D z drzwiami drzD i oknem Pb).

Pod pomieszczeniem z aparatem RTG są pomieszczenia piwniczne nieużytkowe.

Nad pomieszczeniem z aparatem RTG są pomieszczenia szpitalne.

## 3. Wiązki promieniowania jonizującego.

Podczas badania wiązka pierwotna przechodzi przez badany obiekt (ciało pacjenta) i jest pochłaniana w obudowie gantr. Poza pierścieniem gantr wiązka pierwotna (użyteczna) nie występuje /nie dociera do istniejących osłon (ścian i stropów) pracowni/. Na terenie pracowni będzie występowało promieniowanie rozproszone i uboczne. Rozchodzi się ono we

wszystkich kierunkach i pochodzi ze wzajemnego oddziaływania promieniowania wytworzonego w lampie RTG z otaczającą materią.

#### 4. Opis istniejących osłon.

1. Ściana A – ściana zewnętrzna budynku – osłona nie jest rozważana jako osłona radiologiczna – nie wykonano obliczeń.
2. Ściana B – ściana wewnętrzna budynku o grubości 15 cm wykonana z cegły pełnej i płyty g-k z blachą ołowianą. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  i grubości 12 cm oraz 3.0 mm Pb. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (drzB) z wkładką z blachy ołowianej o grubości 3 mm Pb i z szybą ochronną (okno PbB) o równoważniku ołowiu 3 mm Pb dla napięcia 135 kV.
- 3.1. Ściana C – ściana wewnętrzna budynku o grubości 51 cm wykonana z cegły pełnej. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  i grubości 34 cm. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (drzC-1) z wkładką z blachy ołowianej o grubości 2 mm Pb oraz szyba ochronna (okno Pb) o równoważniku ołowiu 2 mm Pb dla napięcia 135 kV.
- 3.2. Ściana C1 – ściana wewnętrzna budynku o grubości 10 cm wykonana z płyty g-k z blachą ołowianą. Do obliczeń przyjmuję 2.0 mm Pb. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (drzC1) z wkładką z blachy ołowianej o grubości 2 mm Pb.
4. Ściana D – ściana wewnętrzna budynku o minimalnej grubości 15 cm wykonana z cegły pełnej i płyty g-k z blachą ołowianą. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  i grubości 12 cm oraz 2.0 mm Pb. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (drzD) z wkładką z blachy ołowianej o grubości 2 mm Pb oraz szyba ochronna (okno Pb) o równoważniku ołowiu 2 mm Pb dla napięcia 135 kV.
5. Podłoga – strop typu DMS. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości  $2.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  i grubości 16 cm.
6. Sufit – jak podłoga. Osłonność sufitu została lokalnie wzmocniona płytą g-k z 1 mm Pb wzdłuż stołu pomiędzy ścianą D a gantry tomografu.

#### 5. Dawki graniczne.

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 20, poz. 168), dawka graniczna, wyrażona jako dawka skuteczna (efektywna) wynosi:

- 20 mSv/rok lub inaczej 0.4 mSv/tydzień – dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące.
- 1 mSv/rok lub inaczej 0.02 mSv/tydzień – dla osób z ogółu ludności.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. nr 180, poz. 1325) określa, że konstrukcja ścian, stropów, okien, drzwi oraz zainstalowanych urządzeń ochronnych w pracowni rentgenowskiej ma zabezpieczać osoby pracujące:

- w gabinecie rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 6 mSv (lub inaczej 0.12 mSv/tydzień);
- w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 3 mSv (lub inaczej 0.06 mSv/tydzień);

- w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 0.5 mSv (lub inaczej 0.01 mSv/tydzień).

Zgodnie z zaleceniami Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej (ICRP) do obliczeń osłon stałych przed promieniowaniem X i gamma używa się dawki pochłoniętej w powietrzu (kerma) wyrażonej w cGy (centygreje).

Dawce skutecznej 0.4 mSv/tydzień odpowiada dawka pochłonięta 0.0348 cGy/tydzień = 348  $\mu$ Gy/tydzień.

Dawce skutecznej 0.12 mSv/tydzień odpowiada dawka pochłonięta 0.01044 cGy/tydzień = 104.4  $\mu$ Gy/tydzień.

Dawce skutecznej 0.06 mSv/tydzień odpowiada dawka pochłonięta 0.00522 cGy/tydzień = 52.2  $\mu$ Gy/tydzień.

Dawce skutecznej 0.01 mSv/tydzień odpowiada dawka pochłonięta 0.00087 cGy/tydzień = 8.7  $\mu$ Gy/tydzień.

Przy użytkowaniu wszelkich źródeł promieniowania jonizującego obowiązuje tzw. zasada ALARA (As Low As Reasonably Achievable), polegająca na takim organizowaniu pracy (użytkowania źródeł), aby dawki otrzymywane przez ludzi były tak niskie, jak to jest możliwe do osiągnięcia w rozsądny sposób.

W niniejszym projekcie osoby zatrudnione na terenie pracowni (przebywające za ścianą D podczas pracy aparatu) zostały zakwalifikowane do kategorii osób pracujących w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim i do obliczeń przyjmują dawkę pochłoniętą 52.2  $\mu$ Gy/tydzień. Dla pozostałych osób (pacjentów, personelu i innych) przyjmuje do obliczeń dawkę pochłoniętą 8.7  $\mu$ Gy/tydzień.

## 6. Wyposażenie pracowni RTG.

Rentgenowski tomograf komputerowy Aquilion RXL firmy Toshiba:

- Napięcie anodowe (max.) 135 kV,
- Prąd anodowy (max.) 500 mA,
- Promieniowanie uboczne (max.) 1.0 mGy/h,
- Max. czas ciągłego skanowania 100 sek.,
- Średnica wew. pierścienia 72 cm.

W pracowni nie będą stosowane klasyczne filmy rentgenowskie. Rejestracja obrazu odbywa się komputerowo. Obrazy można zapisywać na różnych nośnikach, drukować i przesyłać w formie elektronicznej.

## 7. Założenia pracy ze źródłami promieniowania.

Zakłada się wykonywanie do 100 ekspozycji w ciągu tygodnia. Przyjmując czas skanowania (czas maksymalny w standardowym trybie pracy) wynoszący 17 s czas pracy aparatu w ciągu tygodnia wynosi  $t_0 = 100 \text{ eksp.} \times 17 \text{ s} = 1700 \text{ sekund} = 28.3 \text{ minuty} = 0.47 \text{ godziny}$ .

Nie przewiduje się przekraczania poniższych parametrów w typowej eksploatacji aparatu: 135 kV, 300 mA, 17 sekund.

## 8. Rozmieszczenie aparatury.

Rozmieszczenie aparatury pokazano na rysunkach 2 i 3 (załączniki).

## 9. Wentylacja – wymagania.

W pracowni z tomografem RTG wymagana jest wentylacja zapewniająca przynajmniej 1.5 krotną wymianę powietrza w ciągu godziny. W pracowni jest zastosowana wentylacja mechaniczna spełniająca powyższe wymagania. Projekt wentylacji stanowi odrębne opracowanie.

## 10. Sygnalizacja i oznaczenia.

Drzwi wejściowe do pracowni RTG powinny być oznakowane zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. nr 180, poz. 1325), załączniki, załącznik nr 1).

Sygnalizacja świetlna informująca o włączeniu wysokiego napięcia na lampę rentgenowską jest wymagana i powinna być umieszczona przed wejściem do pracowni (nad drzwiami drzB, drzC-1, drzC-2 oraz drzwiami drzD).

Pomiędzy gabinetem a sterownia należy zapewnić łączność głosową – poprzez interkom lub inny system łączności.

## 11. Wzory do obliczeń osłon stałych przed promieniowaniem.

### 11.1. Czas narażenia na promieniowanie.

Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia należy obliczyć wg wzoru 1 (p.2.3 normy PN-86/J-80001)

$$t = T \cdot U \cdot t_0 \quad (\text{wzór 1}),$$

w którym:

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu,

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

t<sub>0</sub> - czas pracy aparatu w ciągu tygodnia.

### 11.2. Osłony przed promieniowaniem pierwotnym.

Krotność (k) osłabienia promieniowania przez osłonę należy obliczyć wg wzoru 2 (p.2.5.1.2. normy PN-86/J-80001)

$$k = \frac{\dot{D} \cdot I \cdot t}{D_g \cdot l^2} \cdot y \quad (\text{wzór 2}),$$

w którym:

$\dot{D}$  - moc dawki wg p.2.5.1.1 w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA,  $\text{cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ ,

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej, mA,

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym, wyznaczony zgodnie z p.2.3 normy PN-86/J-80001, min, (wzór 1),

$D_g$  - dawka tygodniowa określona zgodnie z p.2.2 normy PN-86/J-80001, cGy,

l - najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, m,

y - współczynnik zgodny z p.2.4 normy PN-86/J-80001.

Grubości osłon z ołowiu o wymaganej krotności (k) osłabienia promieniowania, obliczonej zgodnie z p.2.5.1.2 normy PN-86/J-80001 (wzór 2), należy wyznaczyć z krzywej dla odpowiedniego nominalnego napięcia aparatu rentgenowskiego podanej na rys. 1 i 2 – p.2.5.1.3 normy PN-86/J-80001.

### 11.3. Współczynnik gęstości materiału.

Jeżeli gęstość stosowanego materiału ochronnego różni się od gęstości materiałów wymienionych w tablicach 4 ÷ 9 normy PN-86/J-80001, wówczas grubość odczytaną z tablicy dla materiałów, takiego samego rodzaju i gęstości zbliżonej do gęstości materiału stosowanego, należy pomnożyć przez współczynnik

$$h = \frac{\rho_0}{\rho} \quad (\text{wzór 3}),$$

w którym:

$\rho_0$  – gęstość materiału podana w tablicy normy PN-86/J-80001,  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ,

$\rho$  – gęstość materiału stosowanego,  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

### 11.4. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki ( $C_1$ ) w  $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$  należy obliczać wg wzoru 4 (zgodnie z p.2.5.2.1 normy PN-86/J-80001).

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} \quad (\text{wzór 4}),$$

w którym:

D – dawka tygodniowa określona zgodnie z p.2.2 normy PN-86/J-80001,  $\mu\text{Gy}$ ,

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 p.2.3 normy PN-86/J-80001, godz., (wzór 1),

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej, mA.

**11.5.** Osłony przed promieniowaniem rozproszonym (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki ( $C_2$ ) w  $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$  należy obliczać wg wzoru 5 (zgodnie z p.2.5.3.1 normy PN-86/J-80001).

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} \quad (\text{wzór 5}),$$

w którym:

$D, t, I$  – jak w 11.4,

$f$  – odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od ogniska lampy rentgenowskiej, m,

$s$  – rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego, na którą pada promieniowanie, na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiązki pierwotnej promieniowania w odległości  $f$ ,  $\text{m}^2$ .

**11.6.** Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Moc dawki  $\dot{D}_u$  promieniowania ubocznego należy przyjąć na podstawie dokumentacji urządzenia lub - jeżeli istnieje możliwość pomiaru - zmierzyć w miejscu, które ma być osłaniane i określić w  $\text{cGy} \cdot \text{h}^{-1}$  (p. 2.5.4.1. normy PN-86/J-80001).

Jeżeli mocy dawki nie można określić wymienionymi metodami, do obliczeń należy przyjąć wartość opierając się na maksymalnych wartościach określonych dla promieniowania ubocznego w obowiązujących przepisach –  $1 \text{ cGy} \cdot \text{h}^{-1}$  w odległości 1 m od ogniska lampy.

Jeżeli  $\dot{D}_u$  w miejscu osłanianym jest mniejsze niż  $20 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ , przy obliczaniu osłony nie należy uwzględniać wpływu promieniowania ubocznego i osłonę należy obliczać wg. 11.4. lub 11.5.

Tygodniową dawkę promieniowania ubocznego ( $D_u$ ) w  $\text{cGy}$  należy obliczyć wg wzoru

$$D_u = \dot{D}_u \cdot t \quad (\text{wzór 6}),$$

w którym:

$\dot{D}_u$  - moc dawki promieniowania ubocznego wyznaczona zgodnie z 11.6,  $\text{cGy} \cdot \text{h}^{-1}$ ,

$t$  - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym, wyznaczony zgodnie z p.11.1 (wzór 1), h.

Grubość osłony należy obliczyć w następujący sposób:

- jeżeli dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany;

- jeżeli dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest większa niż 10% dawki tygodniowej, określonej w p.2.2. normy PN-86/J-80001, grubość osłony należy zwiększyć o warstwę dającą takie osłabienie, aby dawka tygodniowa promieniowania ubocznego za osłoną nie przekraczała 10% dawki. Dawkę promieniowania ubocznego za osłoną należy wyznaczyć, posługując się wykresami podanymi na rys. 1 lub 2 normy.

Dla zestawu Toshiba przyjmuję moc dawki promieniowania ubocznego  $1 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ .



## 12. Obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem RTG.

Założenie. Osłona powinna w każdym swym miejscu zmniejszać moc dawki promieniowania co najmniej do przyjętej wartości (Polska Norma PN-86/J-80001. Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych., p.2.1.).

Do obliczeń posłużono się dodatkowo rysunkiem 2 - Osłony przed promieniowaniem RTG – ilustrującym najmniejszą odległość od źródła promieniowania RTG do obiektów znajdujących się za osłoną (ścianą).

### 12.1. Ściana A.

Ściana A – ściana zewnętrzna budynku – osłona nie jest rozważana jako osłona radiologiczna – nie wykonano obliczeń.

### 12.2. Ściana B.

Ściana B jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od sterowni RTG.

Do obliczeń przyjmuję:

$$D = 8.7 \mu\text{Gy},$$

$l = 2.1 \text{ m}$  – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego,

$l_d = 2.7 \text{ m}$  – najmniejsza odległość do drzwi drzB,

$T = 1$  - dla miejsc stałego przebywania ludzi (miejsca ciągłej pracy, pomieszczenia mieszkalne, miejsca przeznaczone do zabaw dzieci),

$U = 0.25$  - dla ścian nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych,

$U = 1$  - dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0.47 \text{ godziny} = 0.47 \text{ godziny},$$

$$I = 300 \text{ mA},$$

$k_{\text{ściany}} = 20000$  dla napięcia 150 kV (równoważnik ołowiu 3.0 mm – patrz p.13.2.).

12.2.1. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki ( $C_1$ ) w  $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$  należy obliczać wg wzoru 4 (zgodnie z p.2.5.2.1 normy PN-86/J-80001).

$$\begin{array}{ll} C_1 = 0.27 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} & \text{ściana B,} \\ C_1 = 0.45 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} & \text{drzwi drzB.} \end{array}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 3.3 mm Pb dla napięcia 135 kV dla ściany B oraz 2.9 mm Pb dla napięcia 135 kV dla drzwi drzB.

12.2.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym (bez uwzględniania promieniowania ubocznego) – rozproszenie od ciała pacjenta.

Obliczenie wartości  $C_2$  będzie wykonane jedynie dla osób przebywających w sterowni w niniejszym projekcie.

### 12.2.3. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ najmniejsza odległość w tym przypadku wynosi 2.1 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 226.8 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 106.6 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 3.0 mm Pb osłabi wiązkę promieniowania ubocznego  $k_{\text{ściany}} = 20000$  razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{ściany}} = 106.6/20000 \mu\text{Gy} = 5.3 \text{ nGy}.$$

Dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

#### 12.3.1. Ściana C.

Ściana C jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od korytarza.

Do obliczeń przyjmuję:

$$D = 8.7 \mu\text{Gy},$$

$l = 4.1 \text{ m}$  – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego,  
 $T = 0.25$  - dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi (np. korytarze, WC, stołówki-palarnie),

$U = 0.25$  - dla ścian nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych,

$U = 1$  - dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 0.25 \cdot 1 \cdot 0.47 \text{ godziny} = 0.12 \text{ godziny},$$

$$I = 300 \text{ mA},$$

$$k_{\text{ściany}} = 2000 \text{ dla napięcia } 150 \text{ kV (równoważnik ołowiu } 2.0 \text{ mm – patrz p.13.3.1.)}.$$

12.3.1.1. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki ( $C_1$ ) w  $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$  należy obliczać wg wzoru 4 (zgodnie z p.2.5.2.1 normy PN-86/J-80001).

$$C_1 = 4.1 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \quad \text{ściana C.}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 1.7 mm Pb dla napięcia 135 kV.

12.3.1.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ najmniejsza odległość w tym przypadku wynosi 4.1 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 59.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 7.14 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 2.0 mm Pb osłabi wiązkę promieniowania ubocznego  $k_{\text{ściany}} = 2000$  razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{ściany}} = 7.14/2000 \mu\text{Gy} = 3.57 \text{ nGy}.$$

Dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

### 12.3.2. Ściana C1.

Ściana B2 jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od kabiny i WC. Podczas pracy aparatu nikt w tych pomieszczeniach nie przebywa

Do obliczeń przyjmuję:

$$D = 8.7 \mu\text{Gy},$$

$l = 2.1$  m – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego,

$T = 0.05$  - podczas pracy aparatu nikt w tych pomieszczeniach nie przebywa – wartość na potrzeby obliczeń,

$U = 0.25$  - dla ścian nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych,

$U = 1$  - dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,

$t = T \cdot U \cdot t_0 = 0.05 \cdot 1 \cdot 0.47$  godziny = 0.024 godziny,

$$I = 300 \text{ mA},$$

$k_{\text{ściany}} = 2000$  dla napięcia 150 kV (równoważnik ołowiu 2.0 mm – patrz p.13.3.2.).

**12.3.2.1.** Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki ( $C_1$ ) w  $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$  należy obliczać wg wzoru 4 (zgodnie z p.2.5.2.1 normy PN-86/J-80001).

$$C_1 = 2.54 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}.$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 1.8 mm Pb dla napięcia 135 kV.

**12.3.2.2.** Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ najmniejsza odległość w tym przypadku wynosi 2.1 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 226.8 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 5.4 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 2.0 mm Pb osłabi wiązkę promieniowania ubocznego  $k_{\text{ściany}} = 2000$  razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{ściany}} = 20.4/2000 \mu\text{Gy} = 2.6 \text{ nGy.}$$

Dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

#### 12.4. Ściana D.

Ściana D jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od sterowni.

Do obliczeń przyjmuję:

$$D = 52.2 \mu\text{Gy},$$

$l = 3.5 \text{ m}$  – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego,  
 $T = 1$  - dla miejsc stałego przebywania ludzi (miejsca ciągłej pracy, pomieszczenia mieszkalne, miejsca przeznaczone do zabaw dzieci),

$U = 0.25$  - dla ścian nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych,

$U = 1$  - dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0.47 \text{ godziny} = 0.47 \text{ godziny},$$

$$I = 300 \text{ mA},$$

$k_{\text{ściany}} = 1800$  dla napięcia 150 kV (równoważnik ołowiu 1.92 mm – patrz p.13.4.).

**12.4.1.** Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki ( $C_1$ ) w  $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$  należy obliczać wg wzoru 4.

$$C_1 = 4.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}.$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 1.7 mm Pb dla napięcia 135 kV.

**12.4.2.** Osłony przed promieniowaniem rozproszonym (bez uwzględniania promieniowania ubocznego) – rozproszenie od ciała pacjenta.

Zredukowaną moc dawki ( $C_2$ ) w  $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$  należy obliczać wg wzoru 5 (zgodnie z p.2.5.3.1 normy PN-86/J-80001).

Do obliczeń przyjmuję:

$$l = 3.5 \text{ m},$$

$$f = 0.3 \text{ m},$$

$$s = 0.012 \text{ m}^2 \text{ – pole } 0.40 \times 0.03 \text{ m}.$$

Ponieważ  $\frac{f^2}{s} = 7.5$  i jest spełniony warunek  $\frac{f^2}{s} \geq 2$  mogę korzystać z krzywych rys. 4 normy PN-86/J-80001.

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = 34.0$$

Z wykresu (rys. 4, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 1.4 mm Pb dla napięcia 135 kV.

Obliczenie wartości  $C_2$  zostało wykonane jedynie dla osób przebywających w sterowni w niniejszym projekcie.

#### 12.4.3. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ najmniejsza odległość w tym przypadku wynosi 3.5 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 81.6 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 38.4 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 1.92 mm Pb osłabi wiązkę promieniowania ubocznego  $k_{\text{ściany}} = 1800$  razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{ściany}} = 38.4/1800 \mu\text{Gy} = 21.3 \text{ nGy}.$$

Dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

#### 12.5. Podłoga.

Podłoga jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od pomieszczeń piwnicznych nieużytkowych.

Do obliczeń przyjmuję:

$$D = 8.7 \mu\text{Gy},$$

$l = 2.5 \text{ m}$  – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego,

$T = 0.05$  - dla miejsc krótkiego czasu przebywania (np. ulice, place, klatki schodowe),

$U = 1$  - dla podłóg,

$U = 1$  - dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,

$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0.047 \text{ godziny} = 0.047 \text{ godziny}$ ,

$I = 300 \text{ mA}$ ,

$k_{\text{podłogi}} = 2000$  dla napięcia 150 kV (równoważnik ołowiu 2.0 mm – patrz p.13.5.).

12.5.1. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki ( $C_1$ ) w  $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$  należy obliczać wg wzoru 4.

$$C_1 = 7.6 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}.$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 1.4 mm Pb dla napięcia 135 kV.

### 12.5.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ odległość w tym przypadku wynosi 2.5 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 160 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 3.84 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 1.87 mm Pb osłabi wiązkę promieniowania ubocznego  $k_{\text{podłogi}} = 1300$  razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{podłogi}} = 3.84/2000 \mu\text{Gy} = 1.92 \text{ nGy}.$$

Dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

### 12.6. Sufit.

Sufit jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od pomieszczeń szpitalnych.

Do obliczeń przyjmuję:

$$D = 8.7 \mu\text{Gy},$$

$l = 2.8$  m – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego,

$T = 1$  - dla miejsc stałego przebywania ludzi (miejsca ciągłej pracy, pomieszczenia mieszkalne, miejsca przeznaczone do zabaw dzieci),

$U = 1$  - dla podłóg,

$U = 1$  - dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0.47 \text{ godziny} = 0.47 \text{ godziny},$$

$$I = 300 \text{ mA},$$

$$k_{\text{sufitu}} = 2000 \text{ dla napięcia } 150 \text{ kV (równoważnik ołowiu } 2.0 \text{ mm – patrz p.13.6.)}$$

12.6.1. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki ( $C_1$ ) w  $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$  należy obliczać wg wzoru 4.

$$C_1 = 0.48 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}.$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 2.9 mm Pb dla napięcia 135 kV.

### 12.6.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ odległość w tym przypadku wynosi 2.8 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 127.6 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 60.0 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 2.0 mm Pb osłabi wiązkę promieniowania ubocznego  $k_{\text{stropu}} = 2000$  razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{podłogi}} = 60.0/2000 \mu\text{Gy} = 30 \text{ nGy}.$$

Dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

### 12.6.3. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym.

Z wykresów promieniowania rozproszonego (izodoz) wokół aparatu Aquilion oraz danych przyjętych do obliczeń w niniejszym punkcie (strop – sufit) wynika maksymalna wartość promieniowania wynosząca 4080  $\mu\text{Gy}$ /tydzień w pomieszczeniu nad tomografem przy samej podłodze bez uwzględnienia osłonności stropu ( $k=2000$ ). Po uwzględnieniu osłonności stropu tygodniowa dawka maksymalna wynosi 2.04  $\mu\text{Gy}$  /przy samej podłodze/.

Ze względu na otrzymaną wartość podjęto decyzję o lokalnym dosłonięciu stropu płytą g-k z 1 mm Pb. Po uwzględnieniu osłonności stropu wraz z lokalnym dosłonięciem ( $k=2000$  /3 mm Pb/) tygodniowa dawka maksymalna wynosi 0.204  $\mu\text{Gy}$  /przy samej podłodze/.

## 13. Zestawienie osłon stałych.

### 13.1. Ściana A.

Ściana A – osłona nie jest rozważana jako osłona radiologiczna – nie wykonano obliczeń.

### 13.2. Ściana B.

Z obliczeń wynika grubość osłony 3.3 mm Pb dla napięcia 135 kV dla ściany B oraz 2.9 mm Pb dla napięcia 135 kV dla drzwi drzB.

Z tablicy 9 normy PN-86/J-80001 wynika, że cegła o grubości 130 mm i gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  jest równoważna 1.0 mm Pb dla napięcia 150 kV. Ściana B wykonana jest z materiału o gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  i grubości 120 mm. Istniejąca osłona jest zatem równoważna 0.92 mm Pb dla napięcia 150 kV.

Błacha ołowiana (płyta g-k z ołowiem) o grubości 3.0 mm Pb nie wymaga obliczeń.

Całkowita osłonność ściany B wynosi 3.92 mm Pb dla napięcia 150 kV – nie jest wymagana dodatkowa osłona.

Drzwi (drzB) posiadają ochronność 3 mm Pb – nie jest wymagana dodatkowa osłona.

Okno PbB o równoważniku ołowiu 3.0 mm Pb dla napięcia 135 kV nie wymaga obliczeń – nie jest wymagana dodatkowa osłona.

Do obliczeń przyjmuję osłonność ściany 3.0 mm Pb.

### 13.3.1. Ściana C.

Z obliczeń wynika grubość osłony 1.7 mm Pb dla napięcia 135 kV oraz poniżej 2.0 mm Pb dla napięcia 135 kV dla drzwi drzC-1.

Z tablicy 9 normy PN-86/J-80001 wynika, że cegła o grubości 340 mm i gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  jest równoważna 3.0 mm Pb dla napięcia 150 kV. Ściana C wykonana jest z materiału o minimalnej grubości 340 mm i gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Istniejąca osłona jest zatem równoważna 3.0 mm Pb dla napięcia 150 kV – nie jest wymagana dodatkowa osłona.

Drzwi (drzC-1) posiadają ochronność 2 mm Pb – nie jest wymagana dodatkowa osłona.

Do obliczeń przyjmuję osłonność ściany 2.0 mm Pb.

### 13.3.2. Ściana C1.

Z obliczeń wynika grubość osłony 1.8 mm Pb dla napięcia 135 kV.

Blacha ołowiana o grubości 2 mm Pb nie wymaga obliczeń – nie jest wymagana dodatkowa osłona.

Drzwi (drzC-1) posiadają ochronność 2 mm Pb – jest wymagana dodatkowa osłona.

Do obliczeń przyjmuję osłonność ściany 2.0 mm Pb.

### 13.4. Ściana D.

Z obliczeń wynika grubość osłony 1.7 mm Pb dla napięcia 135 kV.

Z tablicy 9 normy PN-86/J-80001 wynika, że cegła o grubości 130 mm i gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  jest równoważna 1.0 mm Pb dla napięcia 150 kV. Ściana D wykonana jest z materiału o gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  i grubości 120 mm. Istniejąca osłona jest zatem równoważna 0.92 mm Pb dla napięcia 150 kV.

Blacha ołowiana (płyta g-k z ołowiem) o grubości 1.0 mm Pb nie wymaga obliczeń.

Drzwi (drzD) posiadają ochronność 2 mm Pb – nie jest wymagana dodatkowa osłona.

Okno Pb o równoważniku ołowiu 2.0 mm Pb dla napięcia 135 kV nie wymaga obliczeń – nie jest wymagana dodatkowa osłona.

Do obliczeń przyjmuję osłonność ściany 1.92 mm Pb.

### 13.5. Podłoga.

Z obliczeń wynika grubość osłony 1.4 mm Pb dla napięcia 135 kV.

Z tablicy 7 normy PN-86/J-80001 wynika, że beton o grubości 160 mm i gęstości  $2.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  dla napięcia 150 kV jest równoważny 2.0 mm Pb. Strop wykonany jest z betonu o minimalnej grubości 160 mm. Istniejąca osłona jest zatem równoważna 2.0 mm Pb napięcia 150 kV – nie jest wymagana dodatkowa osłona.

Do obliczeń przyjmuję osłonność stropu 2.0 mm Pb.

### 13.6. Sufit.

Z obliczeń wynika grubość osłony 2.9 mm Pb dla napięcia 135 kV.

Sufit – jak podłoga – nie jest wymagana dodatkowa osłona ze względu na rozkład izodoz i lokalne dosłonięcie stropu. Osłonność sufitu została lokalnie wzmocniona płytą g-k z 1 mm Pb wzdłuż stołu pomiędzy ścianą D a gantry tomografu – lokalna osłonność wynosi 3 mm Pb.

Do obliczeń przyjmuję osłonność stropu 2.0 mm Pb.

## 14. Technologia wykonania osłon.

Istniejące osłony stałe są wystarczające.

Stropy nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia.

Ochronność istniejących okien i drzwi jest wystarczająca.



## 15. Wyposażenie pracowni.

W pracowni rentgenowskiej znajdują się w oryginale lub uwierzytelnionych odpisach:

- 1) zezwolenie na uruchomienie i stosowanie aparatów rentgenowskich znajdujących się w pracowni i uruchomienie pracowni;
- 2) projekt pracowni lub gabinetu (rzuty pomieszczeń) wraz z projektem i opisem osłon stałych oraz wentylacji, zatwierdzonym przed uruchomieniem aparatu rentgenowskiego przez właściwego państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego przy uzgadnianiu dokumentacji projektowej;
- 3) dokumentacja techniczna dotycząca budowy, działania i obsługi aparatu rentgenowskiego, w tym także urządzeń sygnalizacyjnych i blokujących;
- 4) instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania aparatury dozymetrycznej, jeżeli znajduje się w wyposażeniu pracowni;
- 5) protokoły pomiarów dozymetrycznych;
- 6) protokoły pokontrolne;
- 7) dokumenty programu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, o którym mowa w § 21 Dz.U.06.180.1325, oraz instrukcja ochrony radiologicznej, określona w załączniku nr 3 do powyższego rozporządzenia, opracowana zgodnie z wytycznymi określonymi w załączniku nr 2 do rozporządzenia;
- 8) zapisy dotyczące wewnętrznych testów kontroli parametrów technicznych aparatów rentgenowskich oraz dokumenty spełniania testów akceptacyjnych urządzeń nowo instalowanych;
- 9) ewidencja:
  - a) osób zatrudnionych w pracowni rentgenowskiej w podziale na odpowiednie kategorie narażenia,
  - b) dawek otrzymanych przez pracowników,
  - c) orzeczeń lekarskich stwierdzających brak przeciwwskazań do pracy pracowników na określonym stanowisku;
- 10) program szkolenia i dokumenty potwierdzające jego realizację.

W pracowni dostępny jest także zbiór przepisów prawnych dotyczących ochrony radiologicznej i zasad stosowania źródeł promieniowania jonizującego w medycynie;

Na wyposażeniu pracowni znajdują się osłony indywidualne pacjenta i personelu przewidziane (zalecane) przez producenta aparatu lub zakładowego inspektora ochrony radiologicznej.

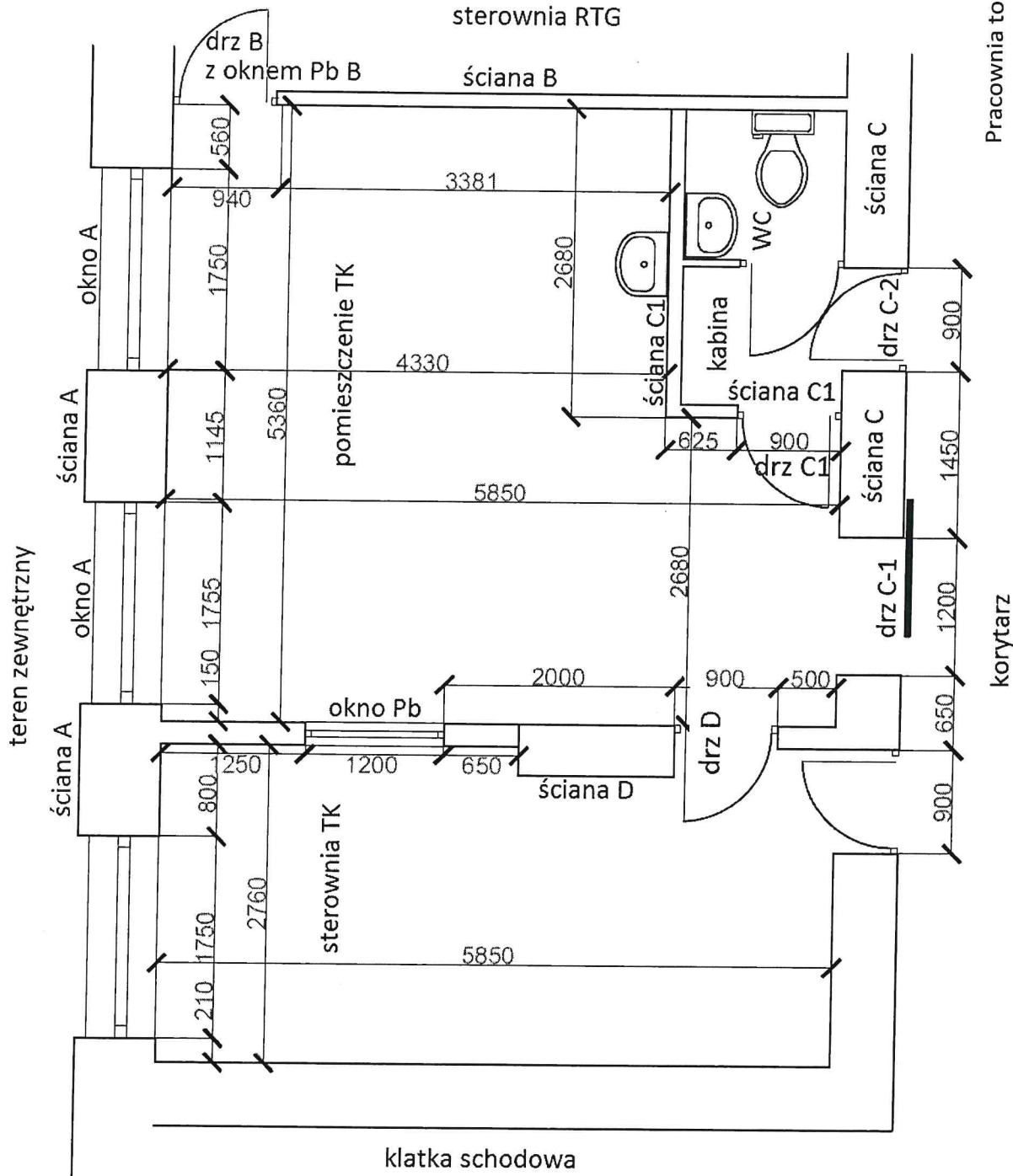
**INSPEKTOR**  
OCHRONY RADIOLOGICZNEJ  
typu: IOR-0, IOR-1, IOR-3  
zaświadczenie nr 2564/2010

*mgr Robert Chrenowicz*



### Zestawienie osłon stałych

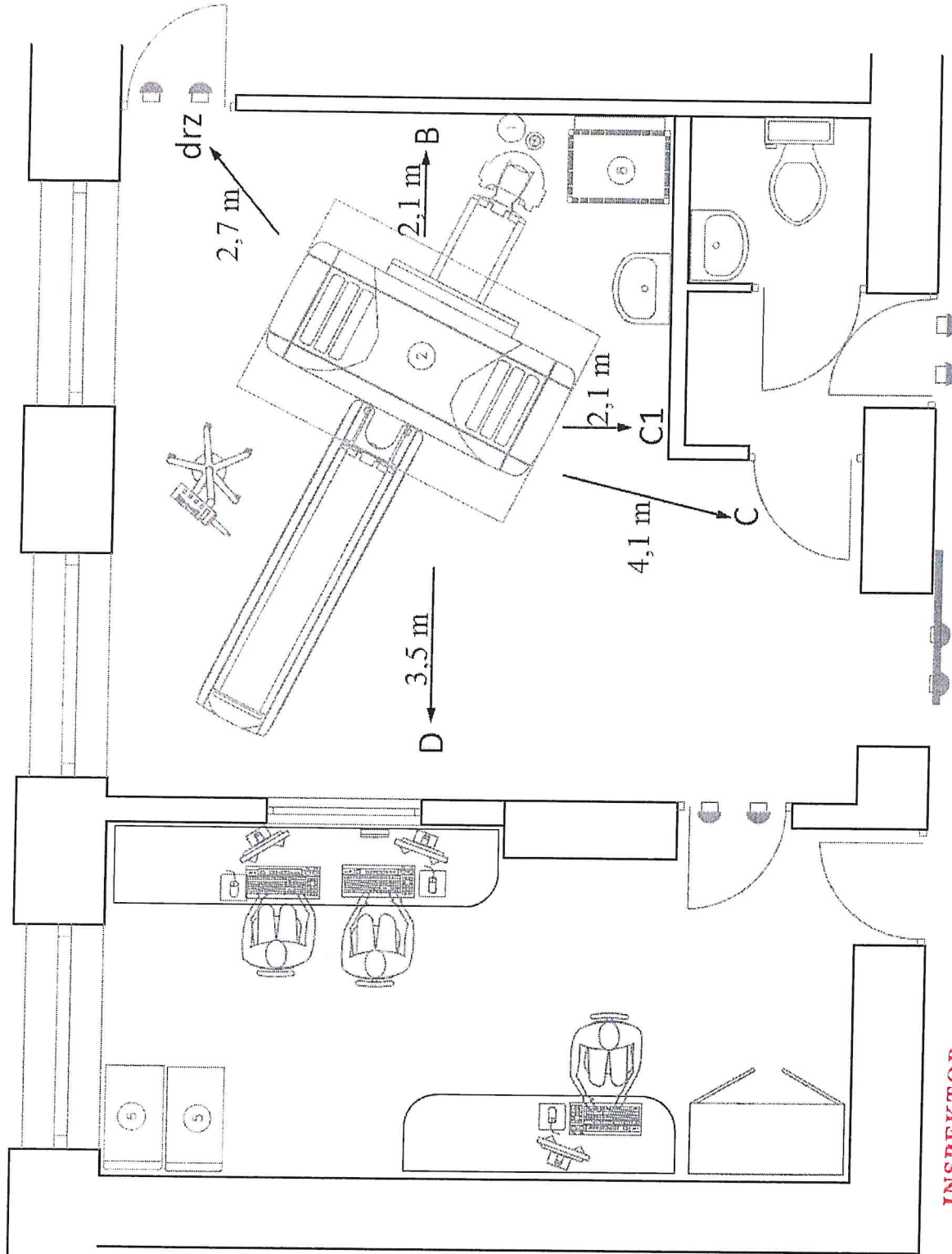
I.p.	Opis istniejących osłon	Równoważnik ołowiu dla danej osłony	Minimalna grubość osłony	Uwagi
1.	Ściana A – ściana zewnętrzna budynku – osłona nie jest rozważana jako osłona radiologiczna – nie wykonano obliczeń.	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
2.	Ściana B – ściana wewnętrzna budynku o grubości 15 cm wykonana z cegły pełnej i płyty g-k z blachą ołowianą. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 12 cm oraz 3.0 mm Pb. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (drzB) z wkładką z blachy ołowianej o grubości 3 mm Pb i z szybą ochronną (okno PbB) o równoważniku ołowiu 3 mm Pb dla napięcia 135 kV.	3.92 mm Pb dla napięcia 150 kV, drzwi 3 mm Pb szyba 3 mm Pb	3.3 mm Pb (ściana), 2.9 mm Pb (drzwi).	Osłona jest wystarczająca Osłonność drzwi jest wystarczająca Osłonność szyby jest wystarczająca
3.1.	Ściana C – ściana wewnętrzna budynku o grubości 51 cm wykonana z cegły pełnej. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 34 cm. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (drzC-1) z wkładką z blachy ołowianej o grubości 2 mm Pb oraz szyba ochronna (okno Pb) o równoważniku ołowiu 2 mm Pb dla napięcia 135 kV.	3.0 mm Pb dla napięcia 150 kV, drzwi 2 mm Pb	1.7 mm Pb	Osłona jest wystarczająca Osłonność drzwi jest wystarczająca
3.2.	Ściana C1 – ściana wewnętrzna budynku o grubości 10 cm wykonana z płyty g-k z blachą ołowianą. Do obliczeń przyjmuję 2.0 mm Pb. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (drzC1) z wkładką z blachy ołowianej o grubości 2 mm.	2.0 mm Pb dla napięcia 150 kV, drzwi 2 mm Pb	1.8 mm Pb	Osłona jest wystarczająca Osłonność drzwi jest wystarczająca
4.	Ściana D – ściana wewnętrzna budynku o minimalnej grubości 15 cm wykonana z cegły pełnej i płyty g-k z blachą ołowianą. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 12 cm oraz 1.0 mm Pb. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (drzD) z wkładką z blachy ołowianej o grubości 2 mm Pb oraz szyba ochronna (okno Pb) o równoważniku ołowiu 2 mm Pb dla napięcia 135 kV.	1.92 mm Pb dla napięcia 150 kV, drzwi 2 mm Pb szyba 2 mm Pb	1.7 mm Pb	Osłona jest wystarczająca Osłonność drzwi jest wystarczająca Osłonność szyby jest wystarczająca
5.	Podłoga – strop typu DMS. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $2.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 16 cm.	2.0 mm Pb dla napięcia 150 kV	1.4 mm Pb	Osłona jest wystarczająca
6.	Sufit – jak podłoga. Osłonność sufitu została lokalnie wzmocniona płytą g-k z 1 mm Pb wzdłuż stołu pomiędzy ścianą D a gantry tomografu.	2.0 mm Pb dla napięcia 150 kV, dodatkowo lokalnie 1 mm Pb.	2.9 mm Pb	Po uwzględnieniu rozkładu izodoz osłona jest wystarczająca



Pracownia tomografii komputerowej  
Szpital Powiatowy w Zambrowie sp. z o.o.  
ul. Jana Pawła II 3  
18-300 Zambrów

Plan pracowni RTG - opis ścian

rys. 1



**INSPEKTOR**  
OCHRONY RADIOLOGICZNEJ  
typu: IOR-0, IOR-1, IOR-3  
zaświadczenie nr 2564/2010

*mgr Robert Chrenowicz*

Pracownia tomografii komputerowej  
Szpital Powiatowy w Zambrowie sp. z o.o.

ul. Jana Pawła II 3  
18-300 Zambrów

Ostony przed promieniowaniem