

## PROJEKT OSŁON STAŁYCH

|                   |  |
|-------------------|--|
| Inwestor:         | <b>NZOZ Centrum</b><br>ul. 11 listopada 87<br>05-070 Sulejówek   |
| Adres inwestycji: | <b>Pracownia rentgenowska</b><br><b>NZOZ Centrum</b><br>ul. 11 listopada 87<br>05-070 Sulejówek  |
| Projektant:       | <b>X-RAY PROJECT SP. Z O.O.</b><br><b>mgr inż. Anna Tomicka</b><br>pl. Zwycięstwa 2 bud. D lok. 3a<br>90-312 Łódź<br>tel. 501 36 44 21 |

## SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA

|  |           |
|--|-----------|
| <b>OPIS TECHNICZNY</b>   | <b>3</b>  |
| 1. Zakres opracowania – dane wyjściowe                                       | 3         |
| 2. Przepisy i normy uwzględnione w projekcie                                 | 3         |
| 3. Usytuowanie pracowni  | 4         |
| 4. Dane techniczne pracowni  | 5         |
| 4.1. Odległość źródeł promieniowania od osłon i rodzaj wiązki promieniowania | 5         |
| 4.2. Konstrukcja ścian oraz przyjęty równoważnik materiału [mmPb]            | 6         |
| 5. Wymagania techniczne pomieszczenia  | 8         |
| 6. Aparat RTG  | 9         |
| 7. Maksymalny czas pracy aparatu RTG   | 9         |
| 8. Dawki promieniowania  | 9         |
| 9. Materiały na osłony   | 10        |
| 10. Ochrona pacjentów i personelu  | 10        |
| 11. Kontrola dozymetryczna   | 10        |
| 12. Uwagi ogólne   | 11        |
| <b>OBLICZENIA</b>  | <b>12</b> |
| 1. Wzory obliczeniowe  | 12        |
| 2. Obliczenie grubości osłon   | 14        |
| 3. Zestawienie wymaganych osłon stałych                                      | 15        |

## Opis techniczny

### 1. Zakres opracowania – dane wyjściowe

Opracowanie niniejsze stanowi projekt budowlany obejmujący swym zakresem całokształt zagadnień ochrony radiologicznej wraz ze szczegółowym wyliczeniem i doбором osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym.

Projekt opracowano w oparciu o następujące materiały:

- podkład architektoniczno-budowlany
- informacje uzyskane od użytkownika aparatu
- dane techniczne aparatu

### 2. Przepisy i normy uwzględnione w projekcie

- Norma PN – 86/J-80001. Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczenia osłon stałych.
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 11 maja 2023 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo atomowe (Dz.U. z 2023r., poz. 1173)
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz.U. z 2023r., poz.195)
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 sierpnia 2021 w sprawie wskaźników pozwalających na wyznaczenie dawek promieniowania jonizującego stosowanych przy ocenie narażenia na promieniowanie jonizujące (Dz.U. z 2021r., poz.1657)
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 25.05.2021 w sprawie rejestracji dawek indywidualnych (Dz.U. 2021 poz. 1053)
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 21.08.2006 w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. 2006, nr 180 poz. 1325)
- Ustawa Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994r (Dz. U. z 2021 r. poz. 2351, z 2022 r. poz. 88)

W obliczeniach kierując się zasadą pesymizacji przyjęto najniekorzystniejsze warunki wykorzystania promieniowania jonizującego, a podane na rysunkach wymiary osłon przyjęto z pewnym zapasem, celem uzyskania osłon o bezwzględnie pewnym działaniu.

### 3. Usytuowanie pracowni

Niniejszy projekt dotyczy nowopowstałej pracowni rentgenowskiej, w której będzie instalowany aparat ogólnodiagnostyczny do zdjęć kostno-płucnych.

Pracownia znajduje się na drugim piętrze trzykondygnacyjnego budynku NZOZ Centrum, który jest położony przy ul. 11 Listopada 87 w Sulejówku.

- Całkowita powierzchnia pracowni: 19,59 m<sup>2</sup>
- Wysokość pomieszczenia w świetle stropów: 2,85 m
- Wentylacja mechaniczna zapewniająca minimum 1,5-krotną wymianę powietrza na godzinę.
- Rzut pomieszczeń znajduje się na rys. PO/01.

Tabela 1 Pomieszczenia sąsiadujące z pracownią

| Oznaczenie ściany | Funkcja pomieszczenia sąsiadującego | Przyjęty współczynnik T |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Ściana A - B      | Kabina pacjenta                     | 0,25                    |
| Ściana B - C      | Kabina pacjenta                     | 0,25                    |
| Ściana C - D      | Sterownia                           | 1,00                    |
| Ściana D - E      | Teren zewnętrzny <sup>1)</sup>      | -                       |
| Ściana E - F      | Teren zewnętrzny <sup>1)</sup>      | -                       |
| Ściana F - A      | Gabinet lekarski                    | 1,00                    |
| Strop dolny       | Pracownia TK                        | 1,00                    |
| Strop górny       | Stropodach <sup>2)</sup>            | -                       |

- 1) Pracownia znajduje się na drugim piętrze, gdzie za ścianami zewnętrznymi nie ma zagrożenia przebywania ludzi, stąd w dalszej części opracowania obliczenia dla tych ścian zostaną pominięte.
- 2) Nad pracownią znajduje się stropodach, gdzie nie ma zagrożenia przebywania ludzi, stąd w dalszej części opracowania obliczenia dla stropu górnego zostaną pominięte.

#### 4. Dane techniczne pracowni

##### 4.1. Odległość źródeł promieniowania od osłon i rodzaj wiązki promieniowania

W omawianej pracowni rentgenowskiej będzie zainstalowany aparat ogólnodiagnostyczny do zdjęć kostno-płucnych.

Położenie aparatu wraz z odległościami źródła promieniowania od ścian i stropów znajduje się na rysunku PO/02: lokalizacja aparatów, wymagane osłony oraz oznakowanie.

Tabela 2 Odległość osłon od lampy skierowanej na stół

| Oznaczenie ściany | Odległość [m] | Rodzaj wiązki            |
|-------------------|---------------|--------------------------|
| Ściana A - B      | 2,25          | Rozproszona              |
| Drzwi A - B       | 2,25          | Rozproszona              |
| Ściana B - C      | 2,07          | Rozproszona              |
| Drzwi B - C       | 2,07          | Rozproszona              |
| Ściana C - D      | 2,18          | Rozproszona              |
| Drzwi C - D       | 2,18          | Rozproszona              |
| Okno C - D        | 2,93          | Rozproszona              |
| Ściana D - E      | 4,01          | Rozproszona              |
| Ściana E - F      | 1,93          | Rozproszona              |
| Ściana F - A      | 2,23          | Rozproszona              |
| Strop dolny       | 1,50          | Rozproszona<br>Pierwotna |

Tabela 3 Odległość osłon od lampy skierowanej na statyw

| Oznaczenie ściany | Odległość [m] | Rodzaj wiązki            |
|-------------------|---------------|--------------------------|
| Ściana A - B      | 4,32          | Rozproszona              |
| Drzwi A - B       | 4,32          | Rozproszona              |
| Ściana B - C      | 3,20          | Rozproszona              |
| Drzwi B - C       | 3,20          | Rozproszona              |
| Ściana C - D      | 2,06          | Rozproszona              |
| Drzwi C - D       | 2,37          | Rozproszona              |
| Okno C - D        | 2,06          | Rozproszona              |
| Ściana D - E      | 1,12          | Rozproszona<br>Pierwotna |
| Ściana E - F      | 1,93          | Rozproszona              |
| Ściana F - A      | 4,01          | Rozproszona              |
| Strop dolny       | 1,50          | Rozproszona              |

**4.2. Konstrukcja ścian oraz przyjęty równoważnik materiału [mmPb]**

Tabela 4 Konstrukcja ścian i stropów oraz przyjęty równoważnik materiału [mm Pb]

| Oznaczenie ściany | Rodzaj materiału ściany | Gęstość materiału [g/cm <sup>3</sup> ] | Grubość [mm] | Równoważnik materiału [mm Pb] |
|-------------------|-------------------------|--|--------------|-------------------------------|
| Ściana A - B      | Ściana G - K            | -                                      | 120          | -                             |
| Drzwi A - B       | -                       | -                                      | -            | -                             |
| Ściana B - C      | Ściana G - K            | -                                      | 120          | -                             |
| Drzwi B - C       | -                       | -                                      | -            | -                             |
| Ściana C - D      | Ściana G - K            | -                                      | 120          | -                             |
| Drzwi C - D       | -                       | -                                      | -            | -                             |
| Okno C - D        | -                       | -                                      | -            | -                             |
| Ściana D - E      | Gazobeton               | 0,6                                    | 240          | 1,0                           |
| Ściana E - F      | Gazobeton               | 0,6                                    | 240          | 1,0                           |
| Ściana F - A      | Ściana G - K            | -                                      | 120          | -                             |
| Strop dolny       | Strop żelbetowy         | 2,2                                    | 200          | 3,0                           |

## 5. Wymagania techniczne pomieszczenia

- Temperatura – w pracowni rentgenowskiej powinna być zapewniona temperatura zgodna z wymaganiami producenta aparatury RTG.
- Wentylacja – pracownia posiada wentylację mechaniczną zapewniającą minimum 1,5-krotną wymianę powietrza na godzinę. Projekt wentylacji stanowi odrębne opracowanie.
- Znaki ostrzegawcze – na drzwiach prowadzących do gabinetu rentgenowskiego jest umieszczone oznakowanie pracowni rentgenowskiej, które składa się z tablic:

- Pracownia rentgenowska



- Teren nadzorowany



- Informacji dla pacjentek, które mogą być w ciąży.
- W gabinecie podczas wykonywania zespół wykonujący badanie ma stały kontakt z pacjentem. Ekspozycje są wykonywane w bezpośrednio ze sterowni, gdzie zespół ma kontakt z pacjentem przez okno kontrolne i interkom.



## 6. Aparat RTG

W pracowni rentgenowskiej zostanie zainstalowany aparat ogólnodiagnostyczny do zdjęć kostno-płucnych.

Lampa rentgenowska aparatu porusza się na kolumnie. Obrazy rentgenowskie są rejestrowane za pomocą cyfrowego detektora DR.

Usytuowanie aparatu pokazano na rysunku PO-02: Rzut pomieszczeń – lokalizacja aparatu, wymagane osłony oraz oznakowanie.

Tabela 5 Parametry lampy rentgenowskiej

| Parametr  | Wartość   |
|---|-----------|
| Filtracja całkowita [mm Al]   | 3,0       |
| Rozmiar ogniska lampy [mm]  | 0,6 / 1,2 |
| Maksymalne napięcie znamionowe grafia [kV]  | 150       |
| Maksymalne natężenie znamionowe grafia [mA]   | 800       |
| Moc dawki promieniowania X <sup>1)</sup> [mGy·min <sup>-1</sup> ·m <sup>2</sup> ·mA <sup>-1</sup> ] | 9,5       |
| <b>Maksymalne wartości kliniczne</b>  |           |
| Napięcie na lampie rtg grafia [kV]  | 125       |
| Natężenie prądu lampy rtg grafia [mA]   | 400       |

1) Przyjęto zgodnie z PN-86/J-803001

## 7. Maksymalny czas pracy aparatu RTG

Maksymalny czas pracy źródła promieniowania jonizującego w ciągu tygodnia przyjęto zgodnie z założeniami użytkownika.

- Lampa skierowana na stół
  - ilość badań w tygodniu - 150, średni czas promieniowania – 200 ms
  - $t_0 \approx 0,5 \text{ min/tyg} \approx 0,0083 \text{ h/tyg}$**
- Lampa skierowana na statyw
  - ilość badań w tygodniu - 150, średni czas promieniowania – 100 ms
  - $t_0 \approx 0,25 \text{ min/tyg} \approx 0,0042 \text{ h/tyg}$**

## 8. Dawki promieniowania

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 21.08.2006 w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. 2006, nr 180, poz.1325), konstrukcja ścian, stropów, okien, drzwi oraz zainstalowane urządzenia ochronne w pracowni rentgenowskiej zabezpieczają osoby pracujące:

- W gabinecie rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej - 6,0 mSv, co odpowiada 104,4  $\mu\text{Gy}/\text{tyg}$ .
- W pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej - 3,0 mSv, co odpowiada 52,2  $\mu\text{Gy}/\text{tyg}$ .
- W pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej - 0,5mSv, co odpowiada 8,7  $\mu\text{Gy}/\text{tyg}$ .

## 9. Materiały na osłony

Ewentualne wymagane osłony należy wykonać z następujących materiałów:

- blacha ołowiana miękka PN/74/H-92914 dowolnej cechy wg PN-75/H-82201
- konstrukcje budowlane (ściany i stropy)
- wyprawa barytowa (baryt 06-85 wg PN-83/C-84068-06) o średniej gęstości 3,2  $\text{g}/\text{cm}^3$

## 10. Ochrona pacjentów i personelu

Pracownia rentgenowska jest wyposażona w sprzęt ochronny przed promieniowaniem rentgenowskim dobrany do typu zainstalowanego aparatu rentgenowskiego i rodzaju wykonywanych procedur radiologicznych.

W pracowni rentgenowskiej znajdują się:

- środki ochrony indywidualnej pracowników,
- osłony dla pacjentów.

## 11. Kontrola dozymetryczna

Pracownia rentgenowska powinna znajdować się pod stałą kontrolą dozymetryczną, polegającą na dokonywaniu pomiarów napromieniowania personelu za pomocą dawkomierzy osobistych.

## 12. Uwagi ogólne

W pracowni rentgenowskiej znajdują się w oryginale lub uwierzytelnionych odpisach:

- zezwolenie na uruchomienie i stosowanie aparatów rentgenowskich znajdujących się w pracowni i uruchomienie pracowni;
- projekt pracowni wraz z projektem i opisem osłon stałych oraz wentylacji, zatwierdzonym przed uruchomieniem aparatu rentgenowskiego przez właściwego wojewódzkiego inspektora sanitarnego przy uzgadnianiu dokumentacji projektowej.
- dokumentacja techniczna dotycząca budowy, działania i obsługi aparatów rentgenowskich, w tym także urządzeń sygnalizacyjnych i blokujących;
- instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania aparatury dozymetrycznej, jeśli znajduje się na wyposażeniu pracowni;
- protokoły pokontrolne;
- dokumentacja systemu zarządzania jakością, programu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej wraz z ewidencjami zgodna z przepisami Prawa Atomowego.

Zmiana ustawienia aparatu (poza obszarem pracy ustalonym w niniejszym projekcie) lub jego typu powoduje konieczność ponownego przeliczenia osłon.

## OBLICZENIA

### 1. Wzory obliczeniowe

Obliczenia grubości osłon dokonano w oparciu o normę PN-86/J-80001. Wymaganą grubość osłon określono na podstawie tabel i wykresów zawartych w powyższej normie.

#### 1.1 Krotność ( $K$ ) osłabienia promieniowania

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

$D'$  – moc dawki 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],

$l$  – najmniejsza odległość ogniska lampy do miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy [m].

$D$  – dawka tygodniowa [mGy],

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

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

$t_0$  – maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jednej zmianie [min].

$T$  – współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu:

- $T = 1,00$  dla miejsc stałego przebywania ludzi,
- $T = 0,25$  dla miejsc czasowo wykorzystanych przez ludzi,
- $T = 0,05$  dla miejsc krótkiego czasu przebywania,

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

- $U = 1$  dla podłóg, dla osłon chroniących przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,
- $U = 1$  dla ścian i sufitów, jeżeli przewiduje się ich napromieniowanie wiązką główną przy pracach rutynowych,
- $U = 0,25$  dla ścian nienapromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych,
- $U = 0,05$  dla sufitów nienapromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych.

$y$  – współczynnik osłabienia promieniowania w ośrodku. Przyjęto:

- dla badań rentgenowskich  $y = 0,05$  zgodnie z PN-86/J-803001;

**OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM PRZEZ WODĘ LUB TKANKĘ (BEZ UWZGLĘDNIENIA PROMIENIOWANIA UBOCZNEGO)****1.2 Zredukowana moc dawki**

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} [\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

D – dawka tygodniowa [ $\mu\text{Gy}$ ],

$l$  – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy [m].

$t$  – czas narażenia w ciągu tygodnia na promieniowanie rozproszone [h],

$I$  – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej [mA]

**OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM (BEZ UWZGLĘDNIENIA PROMIENIOWANIA UBOCZNEGO)****1.3 Zredukowana moc dawki**

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = C_1 \cdot \frac{f^2}{s} [\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

D – dawka tygodniowa [ $\mu\text{Gy}$ ],

$l$  – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy [m],

$t$  – czas narażenia w ciągu tygodnia na promieniowanie rozproszone [h],

$I$  – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej [mA],

$f$  – 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  $f$ , [ $\text{m}^2$ ]

**1.4 Promieniowanie uboczne.**

W aparatach diagnostycznych, promieniowanie uboczne jest znikome i może zostać pominięte w obliczeniach jako nie rzutujące na grubość osłon.

## 2. Obliczenie grubości osłon

W pracowni znajduje się aparat ogólnodiagnostyczny, którego lampa pracuje w dwóch trybach: skierowana na stół i na statyw.

Łączne narażenie lamp rentgenowskich nie może przekroczyć tygodniowej dawki promieniowania podanej w pkt. 8 niniejszego opracowania.

Wpływ na tygodniową dawkę promieniowania ma ilość pacjentów „P” oraz obciążenie prądowo-czasowe pochodzące od pracy lampy w każdym ustawieniu.

1. Aparat ogólnodiagnostyczny – stół;

$$I \cdot t_0 \cdot P = 400mA \cdot 200ms \cdot 150 = 12000 \text{ mAs}$$

2. Aparat ogólnodiagnostyczny – statyw;

$$I \cdot t_0 \cdot P = 400mA \cdot 100ms \cdot 150 = 6000 \text{ mAs}$$

Dokonano założenia, że procentowy udział pracy lampy rentgenowskiej w tygodniowej dawce promieniowania jest proporcjonalny do procentowego udziału w łącznej wartości obciążenia prądowo-czasowego oraz ilości pacjentów i wynosi dla poszczególnych ustawień:

1. 66,7 %
2. 33,3 %

Dawka tygodniowa dla każdego ustawienia lampy wyniesie:

Tabela 6 Procentowa wartość dawki tygodniowej promieniowania dla każdego ustawienia lampy

| Dawka tygodniowa (100 %)             | 104,4 | 52,2  | 8,7  |
|--------------------------------------|-------|-------|------|
| Aparat ogólnodiagnostyczny – stół;   | 69,60 | 34,80 | 5,80 |
| Aparat ogólnodiagnostyczny – statyw; | 34,80 | 17,40 | 2,90 |

Pracownia rentgenowska znajduje się nad pracownią tomografii. Narażenie od obu aparatów i potwierdzenie skuteczności osłony jaką jest strop żelbetowy zostało przeprowadzone w projekcie osłon dla pracowni tomografii.

Do obliczeń przyjęto dane zamieszczone w tabelach 1 – 6.

## 2.1 Obliczenia osłon przed promieniowaniem rozproszonym

Tabela 7 Lampa skierowana na stół

| Ostona       | D<br>[mGy·min <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> ·mA <sup>-1</sup> ] | I<br>[mA] | l<br>[m] | D<br>[μGy/tyg] | t <sub>0</sub><br>[h/tyg] | T    | U    | C <sub>1</sub> | Wymagane osłony<br>[mm Pb] |
|--------------|--|-----------|----------|----------------|---------------------------|------|------|----------------|----------------------------|
| Ściana A - B | 9,5  | 400       | 2,25     | 5,8            | 0,0083                    | 0,25 | 1,00 | 35,24          | <b>0,7</b>                 |
| Drzwi A - B  | 9,5  | 400       | 2,25     | 5,8            | 0,0083                    | 0,25 | 1,00 | 35,24          | <b>0,7</b>                 |
| Ściana B - C | 9,5  | 400       | 2,07     | 5,8            | 0,0083                    | 0,25 | 1,00 | 29,82          | <b>0,7</b>                 |
| Drzwi B - C  | 9,5  | 400       | 2,07     | 5,8            | 0,0083                    | 0,25 | 1,00 | 29,82          | <b>0,7</b>                 |
| Ściana C - D | 9,5  | 400       | 2,18     | 34,8           | 0,0083                    | 1,00 | 1,00 | 49,62          | <b>0,6</b>                 |
| Drzwi C - D  | 9,5  | 400       | 2,18     | 34,8           | 0,0083                    | 1,00 | 1,00 | 49,62          | <b>0,6</b>                 |
| Okno C - D   | 9,5  | 400       | 2,93     | 34,8           | 0,0083                    | 1,00 | 1,00 | 89,63          | <b>0,5</b>                 |
| Ściana F - A | 9,5  | 400       | 2,23     | 5,8            | 0,0083                    | 1,00 | 1,00 | 8,65           | <b>1,0</b>                 |
| Strop dolny  | 9,5  | 400       | 1,50     | 5,8            | 0,0083                    | 1,00 | 1,00 | 3,92           | <b>1,5</b>                 |

Tabela 8 Lampa skierowana na statyw

| Ostona       | D<br>[mGy·min <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> ·mA <sup>-1</sup> ] | I<br>[mA] | l<br>[m] | D<br>[μGy/tyg] | t <sub>0</sub><br>[h/tyg] | T    | U    | C <sub>1</sub> | Wymagane osłony<br>[mm Pb] |
|--------------|--|-----------|----------|----------------|---------------------------|------|------|----------------|----------------------------|
| Ściana A - B | 9,5  | 400       | 4,32     | 2,9            | 0,0042                    | 0,25 | 1,00 | 129,89         | <b>0,4</b>                 |
| Drzwi A - B  | 9,5  | 400       | 4,32     | 2,9            | 0,0042                    | 0,25 | 1,00 | 129,89         | <b>0,4</b>                 |
| Ściana B - C | 9,5  | 400       | 3,20     | 2,9            | 0,0042                    | 0,25 | 1,00 | 71,27          | <b>0,5</b>                 |
| Drzwi B - C  | 9,5  | 400       | 3,20     | 2,9            | 0,0042                    | 0,25 | 1,00 | 71,27          | <b>0,5</b>                 |
| Ściana C - D | 9,5  | 400       | 2,06     | 17,4           | 0,0042                    | 1,00 | 1,00 | 44,30          | <b>0,6</b>                 |
| Drzwi C - D  | 9,5  | 400       | 2,37     | 17,4           | 0,0042                    | 1,00 | 1,00 | 58,64          | <b>0,5</b>                 |
| Okno C - D   | 9,5  | 400       | 2,06     | 17,4           | 0,0042                    | 1,00 | 1,00 | 44,30          | <b>0,6</b>                 |
| Ściana F - A | 9,5  | 400       | 4,01     | 2,9            | 0,0042                    | 1,00 | 1,00 | 27,98          | <b>0,8</b>                 |
| Strop dolny  | 9,5  | 400       | 1,50     | 2,9            | 0,0042                    | 1,00 | 1,00 | 3,92           | <b>1,5</b>                 |

## 2.2 Obliczenia osłon przed promieniowaniem pierwotnym dla aparatu ogólnodiagnostycznego

Tabela 9

| Położenie lampy | Ostona      | D<br>[mGy·min <sup>-1</sup> ·m <sup>2</sup> ·mA <sup>-1</sup> ] | I<br>[mA] | l<br>[m] | D<br>[mGy/tyg] | t <sub>0</sub><br>[min/tyg] | T    | U    | y    | K       | Wymagane osłony<br>[mm Pb] |
|-----------------|-------------|---|-----------|----------|----------------|-----------------------------|------|------|------|---------|----------------------------|
| Stół            | Strop dolny | 9,5   | 400       | 1,50     | 0,0058         | 0,5                         | 1,00 | 1,00 | 0,05 | 7279,69 | <b>2,3</b>                 |

### 3. Zestawienie wymaganych osłon stałych

Tabela 10 Zestawienie wymaganych osłon stałych

| Wiązka       | Rozproszona stół            | Rozproszona statyw          | Pierwotna                   | Istniejące osłony<br>[mm Pb] | Wymagane osłony<br>[mm Pb] |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Ostona       | Obliczone osłony<br>[mm Pb] | Obliczone osłony<br>[mm Pb] | Obliczone osłony<br>[mm Pb] |                              |                            |
| Ściana A - B | 0,7                         | 0,4                         | -                           | -                            | <b>0,7</b>                 |
| Drzwi A - B  | 0,7                         | 0,4                         | -                           | -                            | <b>0,7</b>                 |
| Ściana B - C | 0,7                         | 0,5                         | -                           | -                            | <b>0,7</b>                 |
| Drzwi B - C  | 0,7                         | 0,5                         | -                           | -                            | <b>0,7</b>                 |
| Ściana C - D | 0,6                         | 0,6                         | -                           | -                            | <b>0,6</b>                 |
| Drzwi C - D  | 0,6                         | 0,5                         | -                           | -                            | <b>0,6</b>                 |
| Okno C - D   | 0,5                         | 0,6                         | -                           | -                            | <b>0,5</b>                 |
| Ściana F - A | 1,0                         | 0,8                         | -                           | -                            | <b>1,0</b>                 |
| Strop dolny  | 1,5                         | 1,5                         | 2,3                         | 3,0                          | -                          |

Instalacja aparatu ogólnodiagnostycznego wymaga montażu osłon dla wszystkich ścian z płyty G – K, drzwi oraz okien kontrolnych zgodnie z tabelą nr 10. Stropy stanowią wystarczającą ochronę przed promieniowaniem.