

## PROJEKT OSŁON STAŁYCH

Inwestor:	<b>Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej MSWiA w Kielcach im. św. Jana Pawła II</b> ul. Wojska Polskiego 51 25-375 Kielce
Adres inwestycji:	<b>Pracownia tomografii Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej MSWiA w Kielcach im. św. Jana Pawła II</b> ul. Wojska Polskiego 51 25-375 Kielce
Projektant:	<b>X-RAY PROJECT SP. Z O.O.</b> <b>mgr inż. Anna Tomicka</b> pl. Zwycięstwa 2 bud. D lok. 3a 90-312 Łódź 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	7
6. Aparat RTG	8
7. Maksymalny czas pracy aparatu RTG	8
8. Dawki promieniowania	8
9. Materiały na osłony	9
10. Ochrona pacjentów i personelu	9
11. Kontrola dozymetryczna	9
12. Uwagi ogólne	10
<b>OBLICZENIA</b>	<b>11</b>
1. Wzory obliczeniowe	11
2. Obliczenie grubości osłon	13
3. Zestawienie wymaganych osłon stałych	14

## Opis techniczny

### 1. Zakres opracowania – dane wyjściowe

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

Projekt opracowano w oparciu o następujące materiały:

- zaopiniowany projekt osłon istniejącej pracowni
- 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 16września 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo atomowe (Dz.U. z 2021r. poz. 1941)
- 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 istniejącej pracowni rentgenowskiej, w której będzie wymieniany aparat. W pracowni będzie zainstalowany:

- tomograf uCT 780 firmy United Imaging Healthcare Poland

Pracownia znajduje się na parterze budynku szpitala SP ZOZ MSWiA, który jest położony przy ul. Wojska Polskiego 51 w Kielcach.

- Całkowita powierzchnia pracowni: 32,80 m<sup>2</sup>
- Wysokość pomieszczenia w świetle stropów: 2,87 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	Teren zewnętrzny	0,05
Ściana B - C	Sterownia	1,00
Ściana C - D	Przygotowanie pacjenta	0,25
Ściana D - E	Pomieszczenie socjalne	1,00
Ściana E - F	Korytarz	0,25
Ściana F - A	Pracownia tomografii 2	1,00
strop dolny	Pomieszczenia administracyjne	1,00
strop górny	Piwnica - pomieszczenia techniczne	0,25

#### 4. Dane techniczne pracowni

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

W omawianej pracowni tomografii będzie wykorzystywany:

- tomograf uCT 780 firmy United Imaging Healthcare Poland

Promieniowanie emitowane przez tomograf po przejściu przez ciało pacjenta zostaje rozproszone przez gantry aparatu, dlatego pominięto obliczenia dla wiązki pierwotnej obliczając ochronność pomieszczenia dla promieniowania rozproszonego. Pacjent, który emituje promieniowanie rozproszone znajduje się w centrum gantry. Z tego punktu mierzono odległości do ścian i stropów pracowni rentgenowskiej.

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 centrum gantry Aquilion One Genesis

Oznaczenie ściany	Odległość [m]	Rodzaj wiązki
Ściana A - B	2,46	Rozproszona
Ściana B - C	4,40	Rozproszona
Okno B - C	4,40	Rozproszona
Drzwi B - C	4,70	Rozproszona
Ściana C - D	4,08	Rozproszona
Drzwi C - D	4,11	Rozproszona
Ściana D - E	2,24	Rozproszona
Drzwi D - E	2,92	Rozproszona
Przepust D - E	2,24	Rozproszona
Ściana E - F	2,24	Rozproszona
Ściana F - A	2,61	Rozproszona
strop dolny	1,50	Rozproszona
strop górny	1,50	Rozproszona

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

Tabela 3 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]	Istniejące osłony [mm Pb]
Ściana A - B	bloczek gazobeton	0,5	450	1,2	-
Ściana B - C	bloczek gazobeton	0,5	200	0,5	-
Okno B - C	-	-	-	-	-
Drzwi B - C	-	-	-	-	-
Ściana C - D	cegła pełna	1,6	120	1,0	-
Drzwi C - D	-	-	-	-	-
Ściana D - E	bloczek gazobeton	0,5	200	0,5	-
Drzwi D - E	-	-	-	-	-
Przepust D - E	-	-	-	-	-
Ściana E - F	bloczek gazobeton	0,5	200	0,5	-
Ściana F - A	bloczek gazobeton	0,5	200	0,5	-
	bloczek ceramiczny	1,2	150	0,9	
strop dolny	płyta żelbetowa wylewka	2,2	210	5,0	-
		2,2	100		
strop górny	płyta żelbetowa wylewka	2,2	210	5,0	-
		2,2	100		

## 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 ze sterowni, gdzie zespół ma kontakt z pacjentem przez okno kontrolne i interkom.

## 6. Aparat RTG

W pracowni tomografii zostanie zainstalowany:

- tomograf uCT 780 firmy United Imaging Healthcare Poland

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

Tabela 4 Parametry lampy rentgenowskiej

Parametr	Wartość
Filtracja całkowita [mm Al]	2,5
Rozmiar ogniska lampy [mm]	0,9 / 1,6
Maksymalne napięcie znamionowe [kV]	140
Maksymalne natężenie znamionowe [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 [kV]	100
Natężenie prądu lampy rtg [mA]	250

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.

- uCT 780 firmy United Imaging Healthcare Poland

– ilość badań w tygodniu - 60, maksymalny czas promieniowania – 7000 ms

$$t = 7,0 \text{ min/tyg} \approx 0,117 \text{ h/tyg}$$

## 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 µGy/tyg.
- W pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej - 3,0 mSv, co odpowiada 52,2 µGy/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  $\mu$ Gy/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 g/cm<sup>3</sup>

## 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]; [mGy·min<sup>-1</sup>·m<sup>2</sup>·mA<sup>-1</sup>],

$I$  – 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 tomograficznych  $y = 0,05$  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

Pracownia, w której będzie instalowany tomograf sąsiaduje z drugą pracownią tomografii. Dla ściany dzielącej obie pracownie przyjęto połowę dawki tygodniowej biorąc pod uwagę to samo narażenie z dwóch źródeł promieniowania. Pomieszczenie socjalne oraz sterownia również znajdują się w sąsiedztwie dwóch źródeł promieniowania stąd dla tych pomieszczeń również zastosowano do obliczeń połowę dawki tygodniowej.

### 2.1 Obliczenia osłon przed promieniowaniem rozproszonym

Tabela 5

Ostona	D [mGy·min <sup>-1</sup> ·m <sup>2</sup> ·mA <sup>-1</sup> ]	I [mA]	l [m]	D [μGy/tyg]	to [h/tyg]	T	U	C <sub>1</sub>	Wymagane osłony [mm Pb]
Ściana A - B	9,5	250	2,46	8,7	0,117	0,05	1,00	36,10	<b>0,4</b>
Ściana B - C	9,5	250	4,40	26,1	0,117	1,00	1,00	17,32	<b>0,6</b>
Okno B - C	9,5	250	4,40	26,1	0,117	1,00	1,00	17,32	<b>0,6</b>
Drzwi B - C	9,5	250	4,70	26,1	0,117	1,00	1,00	19,77	<b>0,6</b>
Ściana C - D	9,5	250	4,08	8,7	0,117	0,25	1,00	19,86	<b>0,6</b>
Drzwi C - D	9,5	250	4,11	8,7	0,117	0,25	1,00	20,15	<b>0,6</b>
Ściana D - E	9,5	250	2,24	4,35	0,117	1,00	1,00	0,75	<b>1,8</b>
Drzwi D - E	9,5	250	2,92	4,35	0,117	1,00	1,00	1,27	<b>1,7</b>
Przepust D - E	9,5	250	2,24	4,35	0,117	1,00	1,00	0,75	<b>1,8</b>
Ściana E - F	9,5	250	2,24	8,7	0,117	0,25	1,00	5,99	<b>0,9</b>
Ściana F - A	9,5	250	2,61	4,35	0,117	1,00	1,00	1,02	<b>1,7</b>
strop dolny	9,5	250	1,50	8,7	0,117	1,00	1,00	0,67	<b>1,8</b>
strop górny	9,5	250	1,50	8,7	0,117	0,25	1,00	2,68	<b>1,2</b>

**3. Zestawienie wymaganych osłon stałych**

Tabela 6 Zestawienie wymaganych osłon stałych

Wiązka	Rozproszona	Istniejące osłony [mm Pb]	Wymagane osłony [mm Pb]
Ostona	Obliczone osłony [mm Pb]		
Ściana A - B	0,4	1,2	-
Ściana B - C	0,6	0,5	<b>0,1</b>
Okno B - C	0,6	0,0	<b>0,6</b>
Drzwi B - C	0,6	0,0	<b>0,6</b>
Ściana C - D	0,6	1,0	-
Drzwi C - D	0,6	0,0	<b>0,6</b>
Ściana D - E	1,8	0,5	<b>1,3</b>
Drzwi D - E	1,7	0,0	<b>1,7</b>
Przepust D - E	1,8	0,0	<b>1,8</b>
Ściana E - F	0,9	0,5	<b>0,4</b>
Ściana F - A	1,7	1,4	<b>0,3</b>
strop dolny	1,8	5,0	-
strop górny	1,2	5,0	-

Wymiana aparatu rentgenowskiego w istniejącej pracowni wymaga wzmocnienia osłon stałych na ścianach B-C; D-E; E-F; F-A. Montowane okno kontrolne oraz drzwi B-C wymagają osłonności nie mniejszej niż 0,6 mm Pb, przepust wymaga ochrony 1,8 mm Pb, drzwi D-E 1,7 mm Pb. Stropy pracowni stanowią wystarczającą ochronę przed promieniowaniem.