

SZPITAL LIPNO Sp. z o.o.
WPŁYNĘŁO DNIA:

01 KWI. 2022

L.dz.

1476

podpis odbierającego

PROJEKT OSŁON STAŁYCH

inwestor	SZPITAL LIPNO Sp. z o.o. ul. Nieszawska 6 87-600 Lipno
obiekt	BUDYNEK SZPITALA ul. Nieszawska 6 87-600 Lipno
treść	PRACOWNIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ
autor	mgr fizyki Krystyna Bręczewska-Jankowska
data	marzec 2022

SPIS TREŚCI

- 1** *PODSTAWA PROJEKTU*
- 2** *METODYKA OBLICZANIA WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH*
- 3** *PRZEDMIOT PROJEKTU*
- 4** *OPIS OSŁON STAŁYCH*
- 5** *APARATURA RADIOLOGICZNA*
- 6** *ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ*
- 7** *PARAMETRY PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ*
- 8** *WYNIKI OBLICZEŃ*
- 9** *WNIOSKI KOŃCOWE*
- 10** *WYMAGANIA DLA PRACOWNI TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ*
- 11** *RYSUNKI*
 - RYS. 1/2 LOKALIZACJA PRACOWNI TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ*
W SKALI 1 : 50
 - RYS. 2/2 ODLEGŁOŚCI PRZEDMIOTU ROZPRASZAJĄEGO PROMIENIOWANIE OD*
MIEJSC OSŁANIANYCH
W SKALI 1 : 50

1. PODSTAWA PROJEKTU

- a. Polska Norma PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych,
- b. Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (tekst jednolity Dz. U. 2017. 884),
- c. Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. Nr 180 poz. 1325),
- d. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. 2021. 1941),
- e. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 sierpnia 2021 r. w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności (Dz.U. 2021. 1667),
- f. Podstawowe dane techniczne tomografu komputerowego **uCT 530** produkcji firmy **Shanghai United Imaging Healthcare Co., Ltd.**
- g. Projekt budowlany.

2. METODYKA OBLICZANIA WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

wg PN - 86/J - 80001

2.1. OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM PIERWOTNYM

krotność osłabienia promieniowania przez osłonę k

$$k = \frac{P \cdot I \cdot t}{D \cdot L^2} \gamma$$

P - moc dawki w odległości 1m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego o natężeniu 1mA
[mGy · min.⁻¹ · m² · mA⁻¹]

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej [mA]

D - dawka tygodniowa wyznaczona z najwyższych dawek dopuszczalnych podanych w obowiązujących przepisach dla osób należących do danej grupy narażenia [mGy]

L - najmniejsza odległość ogniska lampy od osłony w ustalonych warunkach pracy [m]

γ - współczynnik osłabienia w ośrodku znajdującym się pomiędzy źródłem promieniowania a miejscem osłanianym

t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia

dawki tygodniowe przyjęte do obliczeń

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 :

- § 2.1. konstrukcja ścian, stropów, okien, drzwi oraz zainstalowane urządzenia ochronne w pracowni rentgenowskiej, zabezpiecza osoby pracujące przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej:
w gabinecie rentgenowskim - 6 mSv,
w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim - 3 mSv,
w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie - 0,5 mSv.
- § 3. 1. konstrukcja ścian i stropów oraz okien i drzwi pracowni rentgenowskiej znajdujących się w budynkach mieszkalnych zapobiega otrzymaniu przez osoby z ogółu ludności w roku kalendarzowym dawki skutecznej (efektywnej), związanej z wykorzystywaniem promieniowania jonizującego w pracowni rentgenowskiej, przekraczającej wartość 0,1 mSv.

Do obliczeń przyjęto zgodnie z PN-86/J-80001 wartości dawek tygodniowych równe 1/50 dawek rocznych określonych w rozporządzeniu i odpowiadających im dawek pochłoniętych w powietrzu .
Przyjęte do obliczeń dawki tygodniowe :

miejsca przebywania osób	przyjęta dawka tygodniowa D	
	μGy	mGy
w gabinecie rentgenowskim	104,40	0,1044
w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim	52,20	0,0522
w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie	8,70	0,0087
osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie, jeśli pracownia rentgenowska znajduje się w budynku mieszkalnym	1,74	0,0017

czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia t

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

t_0 - maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jednej zmianie [s], [min] lub [h]

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

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu

Współczynniki T i U przyjęto zgodnie z punktem 2.3 Normy PN - 86/J - 80001.

grubości osłon z ołowiu

Grubości osłon o wymaganej krotności osłabienia promieniowania k wyznaczono dla odpowiedniego nominalnego napięcia aparatu rtg z krzywej zamieszczonej w normie PN - 86/J - 80001 (rys. 1, rys.2).

grubości osłon z innych materiałów

Grubości osłon z innych materiałów o określonej gęstości, równoważne wyznaczonej grubości osłony ołowiowej przyjęto zgodnie z zamieszczonymi w normie PN - 86/J - 80001 tabelami (tabl. 4 do 9).

2.2 OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM PRZEZ WODĘ LUB TKANKĘ

bez uwzględniania promieniowania ubocznego

zredukowana moc dawki C_1

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

D - jak w pkt. 2.1 [μGy]

L - najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego [m]

t - jak w pkt. 2.1 [h], I - jak w pkt. 2.1

grubości osłon

Dla obliczonej zredukowanej mocy dawki C_1 wyznaczona zostaje grubość osłony z ołowiu dla odpowiedniego nominalnego napięcia aparatu rtg z krzywej zamieszczonej w normie PN - 86/J - 80001 (rys. 3). Grubości osłon ze stali, barytobetonu, betonu lub cegły wyznaczono mnożąc otrzymaną grubość ołowiu przez współczynnik podany w tabeli nr 10 normy PN - 86/J - 80001.

2.3 OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM

bez uwzględniania promieniowania ubocznego

zredukowana moc dawki C_2

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

D, L, I, t - jak w pkt. 2.2

f - odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od ogniska lampy rtg [m]

s - rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego, na który pada promieniowanie, na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiązki pierwotnej promieniowania w odległości f [m^2]

grubości osłon

Dla obliczonej zredukowanej mocy dawki C_2 wyznaczona zostaje grubość osłony z ołowiu dla maksymalnego napięcia stosowanego na lampie rtg z krzywej zamieszczonej w normie PN - 86/J - 80001 (rys. 4). Warunkiem korzystania z krzywych jest $l \geq 0,5$ m.

Jeśli materiałem nie jest cegła lub beton odczytaną wartość należy pomnożyć przez odpowiedni współczynnik z tabeli nr 11 normy PN - 86/J - 80001.

2.4 OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM I PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

moc dawki promieniowania ubocznego \dot{D}_u

Zgodnie z pkt. 2.5.4 Normy PN - 86/J - 80001 jeśli nie ma możliwości przyjęcia wartości mocy dawki na podstawie dokumentacji technicznej lampy rtg, należy przyjąć maksymalną wartość określoną w przepisach. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325) w § 31 określa, że w zestawach rentgenowskich lampy rentgenowskie mogą być używane jedynie w kołpakach, głowicach lub w innych urządzeniach tak zabezpieczających przed promieniowaniem ubocznym, aby w odległości 1 m od ogniska lampy, przy całkowicie przesłoniętym wylocie wiązki promieniowania oraz przy maksymalnym napięciu i maksymalnym obciążeniu lampy w czasie 1 godziny, moc dawki promieniowania nie przekraczała:

- 1) 0,25 mGy/h - dla aparatów rentgenowskich stomatologicznych do zdjęć zewnątrzustnych,
- 2) 1,0 mGy/h - dla wszystkich pozostałych rodzajów diagnostycznych i zabiegowych aparatów rentgenowskich. W takim przypadku należy przyjąć wartość moc dawki promieniowania ubocznego \dot{D}_u jako maksymalną wartość określoną w powyższym rozporządzeniu jako $\dot{D}_u = 1,0$ mGy/h.

tygodniowa dawka promieniowania ubocznego D_u

$$D_u = \dot{D}_u \cdot t$$

\dot{D}_u - moc dawki promieniowania ubocznego wyznaczona zgodnie z pkt.2.5.1

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym

grubości osłon

Jeżeli dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej grubość osłony można pozostać bez zmiany.

Jeżeli dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, jest większa niż 10% dawki tygodniowej, grubość osłony należy zwiększyć o warstwę dającą takie osłabienie, aby dawka tygodniowa promieniowania ubocznego za osłoną nie przekraczała 10% dawki.

3 . PRZEDMIOT PROJEKTU

Przedmiotem projektu jest obliczenie wymaganej grubości osłon stałych przed promieniowaniem rtg dla Pracowni Tomografii Komputerowej zlokalizowanego na II piętrze budynku A szpitala przy ul. Nieszawskiej 6 w Lipnie.

Inwestorem jest

SZPITAL LIPNO Sp. z o.o.

ul. Nieszawska 6

87-600 Lipno.

W Gabiniecie RTG nastąpi wymiana aparatu tomografu komputerowego.

Na miejsce dotychczas użytkowanego zostanie zainstalowany tomograf komputerowy **uCT 530** produkcji firmy **Shanghai United Imaging Healthcare Co., Ltd.**

Zgodnie z § 5. 1. rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (D.U.180.1325) powierzchnia gabinetu rentgenowskiego, w którym zainstalowany jest aparat rentgenowski nie może być mniejsza niż 15 m².

Wysokość gabinetu nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia pomieszczenia tomografu komputerowego wynosi 32,44 m² , a jego wysokość 3,0 m .

Wymiary gabinetu spełniają więc wymagania przepisów odnośnie możliwości zainstalowania tomografu komputerowego.

4. OPIS OSŁON STAŁYCH

osłona AB

opis przegrody budowlanej	ściana zewnętrzna
pomieszczenie za osłoną	nie ma - teren zewnętrzny na wysokości II piętra
drzwi, okna	okna O1, O2
uwaga	Ściana zewnętrzna, ze względu na usytuowanie na II piętrze budynku, nie stanowi osłony przed promieniowaniem rtg dla ludzi i nie jest przedmiotem analizy wymaganej grubości osłony z ołowiu.

osłona BC

opis przegrody budowlanej	ściana wewnętrzna
pomieszczenie za osłoną	pomieszczenie socjalne
konstrukcja przegrody	<ul style="list-style-type: none"> • płyty G-K gr. 1,25 cm na stelażu stalowym, • wypełnienie wełna mineralną
przyjęta do obliczeń grubość materiału	gips o gęstości 0,7 g/cm ³ , gr. 25 mm
dodatkowe osłony	panele ochronne DELTA o równoważniku 2,0 mm Pb
równoważnik grubości ołowiu osłony	2,0 mm Pb dla napięcia 100 kV
drzwi, okna	nie ma

osłona CDE

opis przegrody budowlanej	ściana wewnętrzna
pomieszczenie za osłoną	kabina pacjenta
konstrukcja przegrody	<ul style="list-style-type: none"> • płyty G-K gr. 1,25 cm na stelażu stalowym, • wypełnienie wełna mineralną
przyjęta do obliczeń grubość materiału	gips o gęstości 0,7 g/cm ³ , gr. 25 mm
dodatkowe osłony	panele ochronne DELTA o równoważniku 2,0 mm Pb
równoważnik grubości ołowiu osłony	2,0 mm Pb dla napięcia 100 kV
drzwi, okna	drzwi D1 o równoważniku ołowiu 2,0 mm Pb

osłona EF

opis przegrody budowlanej	ściana wewnętrzna
pomieszczenie za osłoną	korytarz
konstrukcja przegrody	<ul style="list-style-type: none"> • płyty G-K gr. 1,25 cm na stelażu stalowym, • wypełnienie wełna mineralną
przyjęta do obliczeń grubość materiału	gips o gęstości 0,7 g/cm ³ , gr. 25 mm
dodatkowe osłony	panele ochronne DELTA o równoważniku 2,0 mm Pb
równoważnik grubości ołowiu osłony	2,0 mm Pb dla napięcia 100 kV
drzwi, okna	drzwi D2 o równoważniku ołowiu 2,0 mm Pb

osłona FGH

opis przegrody budowlanej	ściana wewnętrzna
pomieszczenie za osłoną	korytarz
konstrukcja przegrody	<ul style="list-style-type: none"> • płyty G-K gr. 1,25 cm na stelażu stalowym, • wypełnienie wełna mineralną, • szacht instalacyjny, • płyty G-K gr. 1,25 cm na stelażu stalowym, • wypełnienie wełna mineralną.
przyjęta do obliczeń grubość materiału	gips o gęstości 0,7 g/cm ³ , gr. 50 mm
dodatkowe osłony	panele ochronne DELTA o równoważniku 2,0 mm Pb
równoważnik grubości ołowiu osłony	2,2 mm Pb dla napięcia 100 kV
drzwi, okna	nie mA

osłona HA

opis przegrody budowlanej	ściana wewnętrzna
pomieszczenie za osłoną	sterownia
konstrukcja przegrody	<ul style="list-style-type: none"> • płyty G-K gr. 1,25 cm na stelażu stalowym, • wypełnienie wełna mineralną
przyjęta do obliczeń grubość materiału	gips o gęstości 0,7 g/cm ³ , gr. 25 mm
dodatkowe osłony	panele ochronne DELTA o równoważniku 2,0 mm Pb
równoważnik grubości ołowiu osłony	2,0 mm Pb dla napięcia 100 kV
drzwi, okna	drzwi D3 o równoważniku ołowiu 2,0 mm Pb, okno podglądowe O3 o równoważniku ołowiu 2,0 mm Pb .

osłona SD

<i>opis przegrody budowlanej</i>	strop dolny
<i>pomieszczenie za osłoną</i>	laboratorium
<i>konstrukcja przegrody</i>	<ul style="list-style-type: none">• strop monolityczny żelbetonowy gr. 20 cm
<i>przyjęta do obliczeń grubość materiału</i>	beton o gęstości $2,2 \text{ g/cm}^3$, gr. 200 mm
<i>dodatkowe osłony</i>	nie ma
<i>równoważnik grubości ołowiu osłony</i>	3,4 mm Pb dla napięcia 100 kV

osłona SG

<i>opis przegrody budowlanej</i>	strop górny
<i>pomieszczenie za osłoną</i>	magazyny
<i>konstrukcja przegrody</i>	<ul style="list-style-type: none">• strop monolityczny żelbetonowy gr. 20 cm
<i>przyjęta do obliczeń grubość materiału</i>	beton o gęstości $2,2 \text{ g/cm}^3$, gr. 200 mm
<i>dodatkowe osłony</i>	nie ma
<i>równoważnik grubości ołowiu osłony</i>	3,4 mm Pb dla napięcia 100 kV

5. APARATURA RADIOLOGICZNA

PODSTAWOWE PARAMETRY APARATU RTG

<i>Typ aparatu</i>	tomograf komputerowy
<i>Nazwa aparatu</i>	uCT 530
<i>Producent</i>	Shanghai United Imaging Healthcare Co., Ltd.

GENERATOR

<i>Moc</i>	kW	50
<i>Napięcie anodowe</i>	kV	70, 80, 100, 120, 140
<i>Prąd anodowy</i>	mA	10 - 420

LAMPA RTG

<i>Ogniska lampy wg normy IEC</i>	-	0,5 x 1,0
336	-	1,0 x 1,0
<i>Czas obrotu</i>	s	0.35, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.2

GANTRY

<i>średnica użytkowa</i>	cm	70
<i>SID</i>	cm	86
<i>Pole skanu</i>	cm	50

AKWIZYCJA DANYCH

<i>Liczba rzędów detektora</i>	-	40
<i>Liczba elementów detektora</i>	-	864
<i>Grubość warstw</i>	mm	0,55
<i>Zakres skanowania</i>	cm	170
<i>wsp. skoku spirali</i>	-	0,1 – 2,0
<i>Maks. czas skanowania spiralnego</i>	s	100

6. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

- a. Parametry ekspozycji określono na podstawie danych technicznych tomografu komputerowego podanych przez producenta oraz na podstawie danych otrzymanych od użytkownika odnoszących się do podstawowych protokołów tomograficznych planowanych do realizacji w Pracowni Tomograficznej,
- b. Liczbę wykonywanych ekspozycji przyjęto na podstawie uzgodnień dokonanych z użytkownikiem aparatu rtg,
- c. Przyjęto, że wiązka pierwotna jest całkowicie pochłaniana w gantry tomografu komputerowego, dlatego analizę wymaganej ochronności osłon stałych ograniczono do narażenia jakie pochodzi od promieniowania rozproszonego od ciała pacjenta, oraz promieniowania rozproszonego od wielowarstwowej struktury detektorów ceramicznych umieszczonych na wewnętrznym obwodzie gantry tomografu,
- d. Do obliczeń przyjęto następujące parametry ekspozycji podane przez producenta dla typowych protokołów tomograficznych :
 1. wartość napięcia (kV),
 2. czas pojedynczego obrotu lampy (rotation time - s),
 3. szerokość warstwy skanowanej (slice width – mm),
 4. współczynnik skoku spirali (Pitch Factor),
 5. typowy zakres skanowania (mm) i odniesiony do niego czas ekspozycji (s).
- e. Przyjęto, że uśrednione parametry ekspozycji dla badań wynosić będą maksymalnie :
 1. napięcie na lampie **U = 120 kV**
 2. prąd anodowy **I = 300 mA**
 3. czas skanu **t = 10 s**
- f. Odczytów z diagramów zamieszczonych w Normie dokonano dla napięcia 100 kV co jest wystarczającym przybliżeniem dla przyjętego nominalnego napięcia równego 120 kV,
- g. We wnioskach końcowych dokonano końcowej analizy równoważnika ołowiu dla istniejących osłon stałych przyjmując jako odniesienie maksymalne wartości grubości osłon z ołowiu obliczone dla promieniowania rozproszonego od tkanki pacjenta oraz od elementów gantry.

7. PARAMETRY PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

7.1 PARAMETRY EKSPOZYCJI

<i>Parametr</i>	<i>Oznaczenie</i>	<i>Jednostka</i>	<i>Wartość</i>
<i>nominalne napięcie</i>	U	kV	120
<i>nominalne natężenie prądu anodowego</i>	I	mA	300
<i>maksymalny czas akwizycji</i>	t _s	s	10
<i>liczba protokołów dziennie</i>	-	-	15
<i>liczba dni roboczych</i>	-	-	7
<i>liczba protokołów tygodniowo</i>	-	-	105
<i>czas pracy źródła w ciągu tygodnia</i>	t _o	min	17,5
		h	0,292
<i>szerokość matrycy detektorów</i>	l	m	0,256
<i>powierzchnia rozpraszająca</i>	s	m ²	0,07
<i>SID</i>	f	m	0,86
	f ² /s	-	10,57

7.2 DAWKI TYGODNIOWE

osłona		współczynnik prawdopodobieństwa przebywania ludzi T	przyjęta dawka tygodniowa D μGy
		Ściana zewnętrzna na wysokości II piętra nie stanowi osłony przed promieniowaniem rtg dla ludzi i nie jest przedmiotem analizy wymaganej grubości osłony z ołowiu.	
AB	teren zewnętrzny		
BC	pomieszczenie socjalne	1,0	8,70
CDE	kabina pacjenta	0,25	8,70
EF	korytarz	0,25	8,70
FGH	korytarz	0,25	8,70
HA	sterownia	1,0	52,20
SD	laboratorium	1,0	8,70
SG	magazyny	0,25	8,70

Wartości dawki tygodniowej D przyjęto zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi.

Współczynniki T przyjęto zgodnie z punktem 2.3 Normy PN - 86/J – 80001 oraz przeznaczeniem funkcjonalnym pomieszczeń znajdujących się za osłonami stałymi.

7.3 CZAS NARAŻENIA NA PROMIENIOWANIE ROZPROSZONE W CIĄGU TYGODNIA

osłona	maksymalny czas pracy źródła w ciągu tygodnia t_0		współczynnik prawdopodobieństwa przebywania ludzi za osłoną		skierowania wiązki głównej		czas narażenia w ciągu tygodnia t	
	min	h	T		U		min	h
BC	17,5	0,292	1,00		1		17,5	0,292
CDE	17,5	0,292	0,25		1		4,375	0,073
EF	17,5	0,292	0,25		1		4,375	0,073
FGH	17,5	0,292	0,25		1		4,375	0,073
HA	17,5	0,292	1,00		1		17,5	0,292
SD	17,5	0,292	1,00		1		17,5	0,292
SG	17,5	0,292	0,25		1		4,375	0,073

Współczynniki T i U przyjęto zgodnie z punktem 2.3 Normy PN - 86/J – 80001 dla promieniowania rozproszonego, oraz przeznaczeniem funkcjonalnym pomieszczeń znajdujących się za osłonami stałymi.

8. WYNIKI OBLICZEŃ

Równoważniki grubości ołowiu istniejących osłon oraz wymaganą grubość ołowiu dla osłon stałych odczytano z diagramów zamieszczonych w PN-86/J-80001 dla napięcia 100 kV.

8.1 OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM PRZEZ WODĘ LUB TKANKĘ bez uwzględniania promieniowania ubocznego

<i>osłona</i>	<i>odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego</i> <i>m</i>	<i>zredukowana moc dawki C_1</i> <i>-</i>	<i>odczytana wymagana grubość ołowiu</i> <i>mm Pb</i>
BC	2,06	0,4	2,00
CDE	2,11	1,8	1,40
EF	4,15	6,8	0,82
FGH	4,91	9,6	0,72
HA	4,68	13,1	0,66
SD	2,20	0,5	2,00
SG	1,20	0,6	1,90

8.2 OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM

bez uwzględniania promieniowania ubocznego

<i>osłona</i>	<i>odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego</i> <i>m</i>	<i>zredukowana moc dawki C₂</i> <i>-</i>	<i>odczytana grubość ołowiu</i> <i>mm Pb</i>	<i>obliczona wymagana grubość ołowiu</i>
BC	2,06	4	1,6	1,0
CDE	2,11	19	1,2	0,8
EF	4,15	72	0,7	0,5
FGH	4,91	101	0,6	0,4
HA	4,68	138	0,6	0,4
SD	2,20	5	1,5	1,0
SG	1,20	6	1,5	1,0

8.3 OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

8.3.1

tygodniowa dawka promieniowania ubocznego

$$D_u = \dot{D}_u \cdot t$$

D_u - tygodniowa dawka promieniowania ubocznego

\dot{D}_u - moc dawki promieniowania ubocznego

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym.

8.3.2

tygodniowa dawka promieniowania ubocznego w miejscu osłanianym

$$D_{ul} = D_u / l^2$$

D_u - tygodniowa dawka promieniowania ubocznego

D_{ul} - tygodniowa dawka promieniowania ubocznego w odległości l

l - odległość miejsca osłanianego od źródła promieniowania

8.3.3

tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną

$$D_{uo} = D_{ul} / k$$

D_{uo} - tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną

D_{ul} - tygodniowa dawka promieniowania ubocznego w odległości l

k - krotność osłabienia promieniowania X przez osłonę

8.3.4

wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

Dane techniczne lampy aparatu określają, że promieniowanie uboczne w odległości 1 m od ogniska lampy (zgodnie z IEC 60601-1-3) jest mniejsze od 1,0 mGy/h.

Do obliczeń przyjęto zatem wartość mocy dawki promieniowania ubocznego równą

$$\dot{D}_u = 1,0 \text{ mGy/h} = 1000 \text{ }\mu\text{Gy/h}.$$

8.3.5

WYNIKI OBLICZEŃ DAWKI PROMIENIOWANIA UBOCZNEGO

osłona	czas narażenia	dawka prom. ubocznego	dawka prom. ubocznego w odległości l	równoważnik ołowiu osłony	krotność osłabienia osłony	dawka prom. ubocznego za osłoną	dawka dopuszczalna za osłoną	% dawki dopuszczalnej
	t	D _u	D _{ul}	-	k	D _{uo}	D _d	D _{uo} /D _d
	h	μGy	μGy	mm Pb	-	μGy	μGy	%
BC	0,292	291,67	68,7	2,0	7 000	0,0098187	8,70	0,11286
CDE	0,073	72,92	16,4	2,0	7 000	0,0023397	8,70	0,02689
EF	0,073	72,92	4,2	2,0	7 000	0,0006048	8,70	0,00695
FGH	0,073	72,92	3,0	2,2	11 000	0,0002750	8,70	0,00316
HA	0,292	291,67	13,3	2,0	7 000	0,0019024	52,20	0,00364
SD	0,292	291,67	60,3	3,4	150 000	0,0004017	8,70	0,00462
SG	0,073	72,92	50,6	3,4	150 000	0,0003376	8,70	0,00388

Z obliczeń wynika, że dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona za osłonami przed promieniowaniem rozproszonym, jest **mniejsza** niż 10 % dawki tygodniowej. Zgodnie z punktem 2.5.4. normy PN - 86/J - 80001 3 **grubość osłon pozostaje bez zmiany**.

8.4 ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

Równoważniki grubości ołowiu istniejących osłon oraz wymaganą grubość ołowiu dla osłon stałych odczytano z diagramów zamieszczonych w PN-86/J-80001 dla napięcia 100 kV.

osłona	obliczona grubość osłony z ołowiu przed promieniowaniem rozproszonym		wymagana grubość ołowiu
	od tkanki mm Pb	od detektorów ceramicznych mm Pb	
BC	2,00	1,0	2,0
CDE	1,40	0,8	1,4
EF	0,82	0,5	0,8
FGH	0,72	0,4	0,7
HA	0,66	0,4	0,7
SD	2,00	1,0	2,0
SG	1,90	1,0	1,9

Przyjęta wymagana wartość grubości warstwy ołowiu [mm Pb] jest największą obliczoną wartością dla danej osłony stałej uwzględniającą promieniowanie rozproszone od tkanki oraz od warstwy detektorów ceramicznych.

Jeżeli wartość odczytanej z nomogramów grubości ołowiu dla danej osłony jest poniżej wartości < 0,1 mm Pb, to zgodnie z zasadą ALARA oraz zasadą pesymizacji przyjęto wymaganą wartość grubości osłony równą 0,1 mm Pb .

9. WNIOSKI KOŃCOWE

9.1 Zestawienie wymaganych grubości osłon z ołowiu

Zestawienie wymaganych grubości ołowiu dla osłon stałych oraz równoważników grubości ołowiu dla istniejących osłon wraz z uwagami dotyczącymi ewentualnej konieczności zainstalowania dodatkowych osłon przedstawia poniższa tabela.

osłona	wymagana grubość osłony z ołowiu	równoważnik grubości ołowiu istniejącej osłony	uwagi na temat konieczności dodatkowych osłon
	mm Pb	mm Pb	
AB	Ściana zewnętrzna na wysokości II piętra nie stanowi osłony przed promieniowaniem rtg dla ludzi i nie jest przedmiotem analizy wymaganej grubości osłony z ołowiu.		<i>dodatkowa osłona nie jest wymagana</i>
BC	2,0	2,0	<i>dodatkowa osłona nie jest wymagana</i>
CDE	1,4	2,0	<i>dodatkowa osłona nie jest wymagana</i>
EF	0,8	2,0	<i>dodatkowa osłona nie jest wymagana</i>
FGH	0,7	2,2	<i>dodatkowa osłona nie jest wymagana</i>
HA	0,7	2,0	<i>dodatkowa osłona nie jest wymagana</i>
SD	2,0	3,4	<i>dodatkowa osłona nie jest wymagana</i>
SG	1,9	3,4	<i>dodatkowa osłona nie jest wymagana</i>

odczytów dokonano dla napięcia 100 kV

Z zestawienia tego wynika, że grubość istniejących przegród budowlanych, stanowiących osłony stałe wykonanych z materiałów budowlanych opisanych w pkt. 4, jest wystarczającą osłoną przed promieniowaniem rtg emitowanym przez tomograf komputerowy w trakcie realizacji radiologicznych procedur medycznych.

10. WYMAGANIA DLA PRACOWNI TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ

Szczegółowe przepisy dotyczące warunków pracy aparatów rentgenodiagnostycznych oraz pracowni rentgenowskich są zawarte w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. nr 180 poz. 1325). Przedstawiono poniżej podstawowe wymagania dotyczące pracowni rtg i aparatów rentgenodiagnostycznych

Wymagania dla pracowni i gabinetów rentgenowskich

Konstrukcja ścian, stropów, okien, drzwi oraz zainstalowane urządzenia ochronne w pracowni rentgenowskiej, zabezpieczają osoby pracujące:

- 1) w gabinecie rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 6 mSv ;
- 2) w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 3 mSv ;
- 3) w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 0,5 mSv.

Konstrukcja ścian i stropów oraz okien i drzwi pracowni rentgenowskiej znajdujących się w budynkach mieszkalnych zapobiega otrzymaniu przez osoby z ogółu ludności w roku kalendarzowym dawki skutecznej (efektywnej), związanej z wykorzystywaniem promieniowania jonizującego w pracowni rentgenowskiej, przekraczającej wartość 0,1 mSv.

Wysokość gabinetu

Wysokość gabinetu rentgenowskiego nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia gabinetu

Powierzchnia gabinetu rentgenowskiego, w którym jest zainstalowany aparat rentgenowski nie może być mniejsza niż 15 m².

Wentylacja gabinetu RTG

Gabinety rentgenowskie diagnostyczne powinny być wyposażone w wentylację zapewniającą co najmniej 1,5-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny.

Sprzęt ochronny

Diagnostyczne pracownie rentgenowskie są wyposażone w sprzęt ochronny przed promieniowaniem rentgenowskim dobrany do typu zainstalowanych aparatów rentgenowskich i rodzaju wykonywanych badań radiologicznych.

W diagnostycznych gabinetach rentgenowskich, w zależności od potrzeb, znajdują się:

- środki ochrony indywidualnej pracowników, w szczególności fartuchy z gumy ołowiowej,
- osłony dla pacjentów, w szczególności fartuchy wykonane z gumy ołowiowej.

Tablice informacyjne

Drzwi do pracowni rentgenowskiej powinny być oznakowane tablicą informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym, którego wzór zamieszczono na końcu niniejszego opracowania.

W pracowni rentgenowskiej, w widocznym miejscu, powinna znajdować się informacja o konieczności powiadomienia rejestratorki i operatora aparatu rentgenowskiego, przed wykonaniem badania, o ciąży pacjentki.

Obowiązująca dokumentacja

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 aparatów rentgenowskich, w tym także urządzeń sygnalizacyjnych i blokujących;
- 4) instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania aparatury dozymetrycznej, jeżeli znajdują się w wyposażeniu pracowni;
- 5) protokoły pomiarów dozymetrycznych;
- 6) protokoły pokontrolne;
- 7) dokumenty systemu zarządzania jakością oraz instrukcja ochrony radiologicznej,
- 8) zapisy dotyczące wewnętrznych testów kontroli parametrów technicznych aparatów rentgenowskich i obróbki błon rentgenowskich w ciemni oraz dokumenty spełniania testów akceptacyjnych urządzeń nowo instalowanych;
- 9) ewidencja:
 - a) osób zatrudnionych w pracowni rentgenowskiej w podziale na odpowiednie kategorie narażenia,
 - b) dawek otrzymywanych przez pracowników,
 - c) orzeczeń lekarskich stwierdzających brak przeciwwskazań do pracy pracowników na określonym stanowisku;
- 10) program szkolenia i dokumenty potwierdzające jego realizację.

Nadzór nad ochroną radiologiczną

Nadzór nad ochroną radiologiczną w pracowni rtg powinien sprawować **inspektor ochrony radiologicznej** posiadający aktualne **uprawnienia typu IOR-R** nadane przez **Głównego Inspektora Sanitarnego**.

Zezwolenie na uruchomienie aparatu rtg

Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz.U. z 2021 r. 1941), nakłada obowiązek na użytkowników aparatów rentgenodiagnostycznych **uzyskania zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem, polegającej na uruchamianiu pracowni rentgenowskich.**

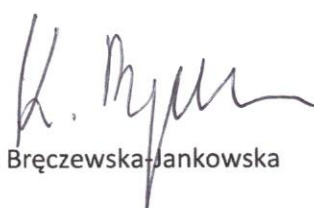
Zezwolenie na stosowanie aparatów rentgenowskich do celów diagnostyki medycznej, oraz uruchamianie pracowni stosujących takie aparaty wydaje **państwowy wojewódzki inspektor sanitarny**.

Oświadczenie

*Projekt Osłon Stałych odnosi się wyłącznie do opisanego pomieszczenia tomografu komputerowego.
Bez pisemnej zgody autora, projektu nie wolno powielać inaczej jak tylko w całości.*

Projekt zawiera :

- 23 strony
- 2 załączniki
- 2 rysunki


mgr fizyki Krystyna Bręczewska-Jankowska

ZAŁĄCZNIK NR 1

ZESTAWIENIE OSŁON STAŁYCH

Opis przegrody budowlanej	osłona	obliczona wymagana grubość ołowiu mm Pb	grubości ołowiu osłony równoważnik mm Pb	grubość dodatkowej osłony mm Pb	Uwagi
ŚCIANY					
zewnątrzna	AB	Ściana zewnętrzna na wysokości II piętra nie stanowi osłony przed promieniowaniem rtg dla ludzi i nie jest przedmiotem analizy wymaganej grubości osłony z ołowiu.		0,0	Dodatkowa osłona nie jest wymagana
wewnętrzna	BC	2,0	2,0	0,0	Dodatkowa osłona nie jest wymagana
wewnętrzna	CDE	1,4	2,0	0,0	Dodatkowa osłona nie jest wymagana
wewnętrzna	EF	0,8	2,0	0,0	Dodatkowa osłona nie jest wymagana
wewnętrzna	FGH	0,7	2,2	0,0	Dodatkowa osłona nie jest wymagana
wewnętrzna	HA	0,7	2,0	0,0	Dodatkowa osłona nie jest wymagana
STROPY					
dolny	SD	2,0	3,4	0,0	Dodatkowa osłona nie jest wymagana
górny	SG	1,9	3,4	0,0	Dodatkowa osłona nie jest wymagana

ZAŁĄCZNIK NR 2

Opis	osłona	obliczona wymagana grubość ołowiu mm Pb	równoważnik ołowiu drzwi/okna mm Pb	Uwagi
drzwi D1	CDE	1,4	2,0	Drzwi nie wymagają dodatkowej osłony.
drzwi D2	EF	0,8	2,0	Drzwi nie wymagają dodatkowej osłony.
drzwi D3	HA	0,7	2,0	Drzwi nie wymagają dodatkowej osłony.
okno podglądowe O3	HA	0,7	2,0	Okno nie wymaga dodatkowej osłony.
okna O1, O2	AB	Okna znajdują się w ścianie zewnętrznej na wysokości II piętra i nie wymagają dodatkowej osłony.		