

PROJEKT OSŁON STAŁYCH

inwestor	SPECJALISTYCZNY SZPITAL MIEJSKI im. M. Kopernika w Toruniu ul. Batorego 17/19, 87-100 Toruń
obiekt	GABINET RTG PRACOWNIA RTG NR 3 BUDYNEK GŁÓWNY SZPITALA
adres	ul. Batorego 17/19 87-100 Toruń
autor	mgr fizyki Krystyna Bręczewska-Jankowska
data	październik 2019

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 GABINETÓW RTG*
- 11** *RYSUNKI*
 - RYS. 1/2 LOKALIZACJA GABINETU RTG*
W SKALI 1 : 50
 - RYS. 2/2 ODLEGŁOŚCI ŹRÓDŁA PROMIENIOWANIA 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. 2019. 1792),
- e. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz.U. nr 20 poz.168),
- f. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2015 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. 2015. 1355),
- g. Podstawowe dane techniczne aparatu rtg do zdjęć i prześwietleń DR 800 produkcji AGFA NV,
- h. Inwentaryzacja budowlana.

2. METODYKA OBLICZANIA WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

wg PN - 86/J - 80001

2.1. OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM PIERWOTNYM

krotność osłabienia promieniowania przez osłonę k

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

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]

y - 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

UWAGA

Zgodnie z pkt. 2.7.1 PN-86/J-80001, osłony przed promieniowaniem X pochodzącym z wielu aparatów rentgenowskich o różnicy napięć nie przekraczającej 50 V należy obliczyć przyjmując założenie, że sumaryczna dawka tygodniowa, jaką może otrzymać osoba przebywająca w miejscu osłanianym od wszystkich źródeł promieniowania, nie może przekraczać dawki tygodniowej określonej w przepisach.

W Gabinetach RTG będą realizowane procedury radiografii w trakcie których wiązka główna aparatu rtg będzie skierowana **pionowo albo poziomo**, ponadto realizowane będą procedury **fluoroskopowe**.

Osoby przebywające za osłonami stałymi będą otrzymywać dawki od tych trzech projekcji.

Dlatego do obliczeń wymaganej grubości osłon przyjęto 1/3 dawki tygodniowej określonej dla pomieszczeń sąsiadujących z Gabinetem RTG.

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 [m²]

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 \check{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 \check{D}_u jako maksymalną wartość określoną w powyższym rozporządzeniu jako $\check{D}_u = 1,0$ mGy/h.

tygodniowa dawka promieniowania ubocznego D_u

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

\check{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 pozostawić 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 Gabinetu RTG znajdującego się w Pracowni RTG Nr 3 na parterze budynku głównego Specjalistycznego Szpitala Miejskiego im. M. Kopernika w Toruniu .

W Gabinecie następuje wymiana aparatu rtg do zdjęć i prześwietleń.

Na miejsce dotychczas stosowanego aparatu zostanie zainstalowany aparat rtg do zdjęć i przeswiatełń DR 800 produkcji AGFA NV.

Inwestorem jest

Specjalistyczny Szpital Miejski

im. M. Kopernika w Toruniu

ul. Batorego 17/19

87-100 Toruń .

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 nie może być mniejsza niż 2,5 m. Powierzchnia Gabinetu RTG wynosi 24,3 m² , wys. 3,04 m.

Wymiary gabinetu spełniają więc wymagania przepisów odnośnie możliwości zainstalowania aparatu rtg do zdjęć i przeswiatełń.

Rzut poziomy kondygnacji w skali 1:50 z usytuowaniem Gabinetu RTG jest przedstawiony na rys. nr 1.

4. OPIS OSŁON STAŁYCH

<i>osłona AB</i>	
<i>opis przegrody budowlanej</i>	ściana zewnętrzna
<i>pomieszczenie za osłoną</i>	teren zewnętrzny niedostępny dla ludzi
<i>konstrukcja przegrody</i>	tynek zewnętrzny, warstwa ocieplająca, cegła pełna gr. 51 cm, obustronny tynk cementowo-wapienny
<i>przyjęta do obliczeń grubość materiału</i>	cegła o gęstości 1,6 g/cm ³ , gr. 510 mm
<i>dodatkowe osłony</i>	nie ma
<i>Równoważnik grubości ołowiu osłony</i>	> 2,9 mm Pb
	dla napięcia 75 kV
	> 3,6 mm Pb
	dla napięcia 100 kV
<i>drzwi, okna</i>	okna O1, O2

osłona BC

<i>opis przegrody budowlanej</i>	ściana wewnętrzna	
<i>pomieszczenie za osłoną</i>	pom. techniczne	
<i>konstrukcja przegrody</i>	cegła pełna gr. 51 cm, obustronny tynk cementowo-wapienny	
<i>przyjęta do obliczeń grubość materiału</i>	cegła o gęstości 1,6 g/cm ³ , gr. 510 mm	
<i>dotatkowe osłony</i>	nie ma	
<i>Równoważnik grubości ołowiu osłony</i>	> 2,9 mm Pb	dla napięcia 75 kV
	> 3,6 mm Pb	dla napięcia 100 kV
<i>drzwi, okna</i>	nie ma	

osłona CDE

<i>opis przegrody budowlanej</i>	ściana wewnętrzna	
<i>pomieszczenie za osłoną</i>	sterownia	
<i>konstrukcja przegrody</i>	cegła pełna gr. 12 cm, obustronny tynk cementowo-wapienny	
<i>przyjęta do obliczeń grubość materiału</i>	cegła o gęstości 1,6 g/cm ³ , gr. 120 mm	
<i>dotatkowe osłony</i>	nie ma	
<i>Równoważnik grubości ołowiu osłony</i>	1,1 mm Pb	dla napięcia 75 kV
	1,0 mm Pb	dla napięcia 100 kV
<i>drzwi, okna</i>	drzwi D1 z osłoną ołowianą gr. 1,0 mm Pb, okno podglądowe o równoważniku ołowiu 1,0 mm Pb.	

osłona EF

<i>opis przegrody budowlanej</i>	ściana wewnętrzna	
<i>pomieszczenie za osłoną</i>	korytarz	
<i>konstrukcja przegrody</i>	cegła pełna gr. 51 cm, obustronny tynk cementowo-wapienny	
<i>przyjęta do obliczeń grubość materiału</i>	cegła o gęstości 1,6 g/cm ³ , gr. 510 mm	
<i>dotatkowe osłony</i>	nie ma	
<i>Równoważnik grubości ołowiu osłony</i>	> 2,9 mm Pb	dla napięcia 75 kV
	> 3,6 mm Pb	dla napięcia 100 kV
<i>drzwi, okna</i>	drzwi D2 z osłoną ołowianą gr. 1,0 mm Pb	

osłona FA

<i>opis przegrody budowlanej</i>	ściana wewnętrzna	
<i>pomieszczenie za osłoną</i>	pokój socjalny	
<i>konstrukcja przegrody</i>	cegła pełna gr. 25 cm, obustronny tynk cementowo-wapienny	
<i>przyjęta do obliczeń grubość materiału</i>	cegła o gęstości 1,6 g/cm ³ , gr. 250 mm	
<i>dotatkowe osłony</i>	nie ma	
<i>Równoważnik grubości ołowiu osłony</i>	2,5 mm Pb	dla napięcia 75 kV
	3,2 mm Pb	dla napięcia 100 kV
<i>drzwi, okna</i>	nie ma	

osłona SG

<i>opis przegrody budowlanej</i>	strop górny	
<i>pomieszczenie za osłoną</i>	gabinet zabiegowy, gabinet lekarski	
<i>konstrukcja przegrody</i>	strop gęstożebrowy typu ACKERMANA - pustaki ceramiczne gr. 22 cm o grubość ścianki równej 2,6 cm - warstwa nadbetonu gr. 6 cm	
<i>przyjęta do obliczeń grubość materiału</i>	materiał ceramiczny o gęstości 1,6 g/cm ³ , gr. 52 mm beton o gęstości 2,2 g/cm ³ , gr. 60 mm	
<i>dotatkowe osłony</i>	nie ma	
<i>równoważnik grubości ołowiu osłony</i>	1,1 mm Pb	dla napięcia 75 kV
	1,2 mm Pb	dla napięcia 100 kV

osłona SD

<i>opis przegrody budowlanej</i>	strop dolny	
<i>pomieszczenie za osłoną</i>	nie ma – poziom gruntu	
<i>uwaga</i>	ze względu na usytuowanie przegrody budowlanej nie jest ona osłoną przed promieniowaniem rtg dla ludzi i nie wymaga analizy wymaganej grubości	

5. APARATURA RADIOLOGICZNA

PODSTAWOWE PARAMETRY APARATU RTG

<i>Typ aparatu</i>	aparat rtg do zdjęć i prześwietleń	
<i>Nazwa aparatu</i>	DR 800	
<i>Producent</i>	AGFA NV	

GENERATOR

<i>moc generatora</i>	kW	65	
<i>zakres napięcia anodowego</i>	kV	40 - 125	
<i>prąd anodowy</i>	mA	3-6	<i>Fluoroscopia pulsacyjna</i>
<i>liczba pulsów</i>	p/s	1 - 15	
<i>zakres napięcia anodowego</i>	kV	40 - 125	
<i>prąd anodowy</i>	mA	10 - 640	<i>radiografia</i>
<i>minimalny czas ekspozycji</i>	s	0,001	
<i>zakres mAs</i>	mAs	0,5 - 1000	

LAMPA RTG

<i>Moc</i>	kW	40 / 100
<i>Ognisko lampy wg normy IEC 336</i>	-	0,6 x 1,2
<i>pojemność cieplna</i>	kHU	600

Detektor DR

<i>rozmiar piksela</i>	µm	148
<i>macierz pikseli</i>		2840 x 2874
<i>wielkość pow. aktywnej</i>	cm	43 x 43

6. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

- a. Liczbę wykonywanych ekspozycji przyjęto na podstawie uzgodnień dokonanych z użytkownikiem,
- b. Dla realizowanych aparatem rtg procedur radiografii przyjęto podział na podstawowe kierunki skierowania wiązki głównej – horyzontalny (poziomy), oraz wertykalny (pionowy),
- c. Przyjęto maksymalne parametry ekspozycji dla realizowanych medycznych procedur rentgenodiagnostycznych zgodnie z procedurami wzorcowymi,
- d. Dla projekcji poziomej przyjęto maksymalne parametry dla stosowanej w Pracowni RTG procedury zdjęcia klatki piersiowej – **125 kV, 100 mA, 0,1 s**, przyjmując do obliczeń odczyty dla **100 kV** jako wystarczające przybliżenie dla obliczeń wymaganych grubości osłon,
- e. Dla projekcji pionowej przyjęto maksymalne parametry dla stosowanej w Pracowni RTG procedury zdjęcia kręgosłupa lędźwiowo- krzyżowego – **80 kV, 300 mA, 0,5 s**, przyjmując do obliczeń odczyty dla **75 kV** jako wystarczające przybliżenie dla obliczeń wymaganych grubości osłon,
- f. Zgodnie z deklaracją użytkownika w Gabinetecie realizowane będą procedury fluoroskopowe pyrografii jedno i obustronnej, cystografii i cystografii mikcyjnej, kontroli zespołów pooperacyjnych, fistulografii. Dla procedur tych przyjęto maksymalne stosowane parametry **110 kV, 4 mA, 300 s**, przyjmując do obliczeń odczyty dla **100 kV** jako wystarczające przybliżenie dla obliczeń wymaganych grubości osłon,
- g. W aparacie rtg wiązka pierwotna jest całkowicie tłumiona w cyfrowym panelu obrazowym, narażenie pochodzi więc tylko od promieniowania rozproszonego od tkanki pacjenta oraz promieniowania rozproszonego na elementach zestawu rtg,
- h. Polska Norma PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych w diagramie zamieszczonym na rys. 4 podającym zależności grubości warstwy ołowiu od zredukowanej mocy dawki promieniowania X rozproszonego przez beton lub cegłę nie przedstawia krzywej zależności dla napięcia 75 kV, w związku z tym w projekcie **pominięto analizę wymaganej grubości osłon dla promieniowania rozproszonego przez aparat rtg dla napięcia 75 kV** przyjętego do analizy procedur zdjęć w projekcji pionowej,
- i. Obliczeń oraz analizy wielkości promieniowania ubocznego dokonano na podstawie wartości dawki podanej przez producenta lampy rtg.

7. PARAMETRY PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

7.1 PARAMETRY EKSPOZYCJI

RADIOGRAFIA W PROJEKCJI POZIOMEJ

<i>Parametr</i>	<i>Oznaczenie</i>	<i>Jednostka</i>	<i>Wartość</i>
<i>napięcie nominalne</i>	U	kV	125
<i>nominalne natężenie prądu anodowego</i>	I	mA	100
<i>czas ekspozycji</i>	t_s	s	0,1
<i>liczba ekspozycji dziennie</i>	-	-	100
<i>liczba dni roboczych</i>	-	-	7
<i>liczba ekspozycji tygodniowo</i>	-	-	700
<i>czas pracy źródła w ciągu tygodnia</i>	t_o	min	1,17
		h	0,019
<i>powierzchnia detektora</i>	s	m ²	0,12
<i>SID</i>	f	m	1,5
	f ² /s	-	18,8

RADIOGRAFIA W PROJEKCJI PIONOWEJ

<i>Parametr</i>	<i>Oznaczenie</i>	<i>Jednostka</i>	<i>Wartość</i>
<i>napięcie nominalne</i>	U	kV	80
<i>nominalne natężenie prądu anodowego</i>	I	mA	300
<i>czas ekspozycji</i>	t_s	s	0,5
<i>liczba ekspozycji dziennie</i>	-	-	60
<i>liczba dni roboczych</i>	-	-	7
<i>liczba ekspozycji tygodniowo</i>	-	-	420
<i>czas narażenia w ciągu tygodnia</i>	t_o	min	3,50
		h	0,058
<i>powierzchnia detektora</i>	s	m ²	0,12
<i>SID</i>	f	m	1,5
	f ² /s	-	18,8

FLUOROSKOPIA

<i>Parametr</i>	<i>Oznaczenie</i>	<i>Jednostka</i>	<i>Wartość</i>
<i>napięcie nominalne</i>	U	kV	110
<i>nominalne natężenie prądu anodowego</i>	I	mA	4
<i>czas ekspozycji</i>	t_s	s	300
<i>liczba ekspozycji dziennie</i>	-	-	2
<i>liczba dni roboczych</i>	-	-	5
<i>liczba ekspozycji tygodniowo</i>	-	-	10
<i>czas narażenia w ciągu tygodnia</i>	t_o	min	50,0
		h	0,83
<i>powierzchnia detektora</i>	s	m ²	0,12
<i>SID</i>	f	m	1,5
	f ² /s	-	18,8

7.2 DAWKI TYGODNIOWE

<i>osłona</i>	<i>pomieszczenie za osłoną</i>	<i>przyjęta dawka tygodniowa D</i>	
		μGy	mGy
AB	teren zewnętrzny	2,90	0,0029
BC	pom. techniczne	2,90	0,0029
CDE	sterownia	17,40	0,0174
EF	korytarz	2,90	0,0029
FA	pokój socjalne	2,90	0,0029
SG	gabinet zabiegowy, gabinet lekarski	2,90	0,0029
SD	poziom gruntu	ze względu na usytuowanie przegrody budowlanej nie jest ona osłoną przed promieniowaniem rtg dla ludzi i nie wymaga analizy wymaganej grubości	

Zgodnie z pkt. 2.7.1 PN-86/J-80001, osłony przed promieniowaniem X pochodzącym z wielu aparatów rentgenowskich o różnicy napięć nie przekraczającej 50 V należy obliczyć przyjmując założenie, że sumaryczna dawka tygodniowa, jaką może otrzymać osoba przebywająca w miejscu osłanianym od wszystkich źródeł promieniowania, nie może przekraczać dawki tygodniowej określonej w przepisach.

W Gabinetecie RTG będą realizowane procedury **radiografii** w trakcie których wiązka główna aparatu rtg będzie skierowana **pionowo albo poziomo**, ponadto realizowane będą procedury **fluoroskopowe**.

Osoby przebywające za osłonami stałymi będą otrzymywać dawki od tych trzech projekcji.

Dlatego do obliczeń wymaganej grubości osłon przyjęto 1/3 dawki tygodniowej określonej dla pomieszczeń sąsiadujących z Gabinetem RTG.

7.3 CZAS NARAŻENIA NA PROMIENIOWANIE ROZPROSZONE W CIĄGU TYGODNIA

Radiografia w projekcji poziomej

osłona	całkowity czas ekspozycji	współczynnik prawdopodobieństwa przebywania ludzi	współczynnik prawdopodobieństwa skierowania wiązki użytecznej	czas narażenia w ciągu tygodnia
	t_0 [godz]	T	U	t [godz]
AB	0,019	0,05	1	0,001
BC	0,019	0,25	1	0,005
CDE	0,019	1,00	1	0,019
EF	0,019	0,25	1	0,005
FA	0,019	0,25	1	0,005
SG	0,019	1,00	1	0,019

Radiografia w projekcji pionowej

osłona	całkowity czas ekspozycji	współczynnik prawdopodobieństwa przebywania ludzi	współczynnik prawdopodobieństwa skierowania wiązki użytecznej	czas narażenia w ciągu tygodnia
	t_0 [godz]	T	U	t [godz]
AB	0,058	0,05	1	0,003
BC	0,058	0,25	1	0,015
CDE	0,058	1,00	1	0,058
EF	0,058	0,25	1	0,015
FA	0,058	0,25	1	0,015
SG	0,058	1,00	1	0,058

Fluoroskopia

osłona	całkowity czas ekspozycji	współczynnik prawdopodobieństwa przebywania ludzi	współczynnik prawdopodobieństwa skierowania wiązki użytecznej	czas narażenia w ciągu tygodnia
	t_0 [godz]	T	U	t [godz]
AB	0,83	0,05	1	0,04
BC	0,83	0,25	1	0,21
CDE	0,83	1,00	1	0,83
EF	0,83	0,25	1	0,21
FA	0,83	0,25	1	0,21
SG	0,83	1,00	1	0,83

8. WYNIKI OBLICZEŃ

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

Radiografia w projekcji poziomej

<i>osłona</i>	<i>odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego</i>	<i>zredukowana moc dawki C₁</i>	<i>odczytana wymagana grubość ołowiu dla 100 kV</i>
	<i>m</i>	-	<i>mm Pb</i>
AB	2,85	242	0,18
BC	3,32	66	0,35
CDE	2,16	42	0,42
EF	3,76	84	0,28
FA	3,26	63	0,38
SG	1,72	4	1,00

Radiografia w projekcji pionowej

<i>osłona</i>	<i>odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego</i>	<i>zredukowana moc dawki C₁</i>	<i>odczytana wymagana grubość ołowiu dla 75 kV</i>
	<i>m</i>	-	<i>mm Pb</i>
AB	2,85	27	0,20
BC	4,12	11	0,32
CDE	2,65	7	0,38
EF	3,76	9	0,32
FA	2,43	4	0,48
SG	2,32	1	0,75

Fluoroscopia

<i>osłona</i>	<i>odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego</i> <i>m</i>	<i>zredukowana moc dawki C₁</i> <i>-</i>	<i>odczytana wymagana grubość ołowiu dla 100 kV</i> <i>mm Pb</i>
AB	2,85	141	0,20
BC	4,12	59	0,38
CDE	2,65	37	0,42
EF	3,76	49	0,40
FA	2,43	21	0,58
SG	2,32	5	0,90

8.2 OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM bez uwzględniania promieniowania ubocznego

Radiografia w projekcji poziomej

<i>osłona</i>	<i>odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego</i> <i>m</i>	<i>zredukowana moc dawki C₂</i> <i>-</i>	<i>odczytana wymagana grubość ołowiu dla 100 kV</i> <i>mm Pb</i>	<i>przeliczona wymagana grubość ołowiu dla 100 kV</i> <i>mm Pb</i>
AB	2,85	4 543	< 0,1	< 0,1
BC	3,32	1 233	< 0,1	< 0,1
CDE	2,16	783	0,10	0,07
EF	3,76	1 581	< 0,1	< 0,1
FA	3,26	1 189	< 0,1	< 0,1
SG	1,72	83	0,70	0,46

Fluoroskopia

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego m	zredukowana moc dawki C ₂ -	odczytana wymagana grubość ołowiu dla 100 kV mm Pb	przeliczona wymagana grubość ołowiu dla 100 kV mm Pb
AB	2,85	2 650	< 0,1	< 0,1
BC	4,12	1 108	< 0,1	< 0,1
CDE	2,65	687	< 0,1	< 0,1
EF	3,76	922	< 0,1	< 0,1
FA	2,43	385	0,25	0,16
SG	2,32	88	0,70	0,46

8.3 OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

tygodniowa dawka promieniowania ubocznego

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

D_u - tygodniowa dawka promieniowania ubocznego

\dot{D}_u - moc dawki promieniowania ubocznego w punkcie odległym o 1 m od ogniska lampy

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

tygodniowa dawka promieniowania ubocznego w odległości l

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

D_u - tygodniowa dawka promieniowania ubocznego

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

l - odległość miejsca osłanianego od punktu odległego o 1 m od ogniska lampy

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

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 0,5 mGy/h.

Do obliczeń przyjęto zatem wartość mocy dawki promieniowania ubocznego równą $\dot{D}_u = 0,5 \text{ mGy/h}$
= 500 $\mu\text{Gy/h}$.

WYNIKI OBLICZEŃ DAWKI PROMIENIOWANIA UBOCZNEGO

Radiografia w projekcji poziomej

osłona	czas narażenia		dawka prom. ubocznego w odległości l		równoważnik ołowiu osłony		krotność osłabienia osłony		dawka prom. ubocznego za osłoną		dawka dopuszczalna za osłoną		% dawki dopuszczalnej	
	t h	D _u μGy	D _{ul} μGy	- mm Pb	- k	- -	D _{uo} μGy	D _d μGy	D _{uo} /D _d %					
AB	0,001	0,486	3,948	3,6	200 000	3,6	0,0000197	2,90	0,00068077					
BC	0,005	2,431	0,541	3,6	200 000	3,6	0,0000027	2,90	0,00009324					
CD	0,019	9,722	10,549	1,0	400	1,0	0,0263732	17,40	0,15157020					
DE	0,005	2,431	0,371	3,6	200 000	3,6	0,0000019	2,90	0,00006394					
EF	0,005	2,431	0,573	3,2	8 000	3,2	0,0000716	2,90	0,00246878					
FGA	0,019	9,722	3,286	1,2	600	1,2	0,0054772	2,90	0,18886844					
SG	0,001	0,486	3,948	3,6	200 000	3,6	0,0000197	2,90	0,00068077					

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.

Radiografia w projekcji pionowej

czas narażenia t h	dawka prom. ubocznego D _u μGy	dawka prom. ubocznego w odległości l D _{ul} μGy	równoważnik ołowiu osłony - mm Pb	krotność osłabienia osłony k -	dawka prom. ubocznego za osłonę D _{uo} μGy	dawka dopuszczalna za osłonę D _d μGy	% dawki dopuszczalnej D _{uo} /D _d %
0,0029	1,458	11,845	2,9	220 000	0,0000538	2,90	0,00185663
0,0146	7,292	0,855	2,9	220 000	0,0000039	2,90	0,00013404
0,0583	29,167	13,872	1,1	7 000	0,0019818	17,40	0,01138947
0,0146	7,292	1,113	2,9	220 000	0,0000051	2,90	0,00017439
0,0146	7,292	4,820	2,5	200 000	0,0000241	2,90	0,00083098
0,0583	29,167	5,419	1,1	7 000	0,0007741	2,90	0,02669407
0,0029	1,458	11,845	2,9	220 000	0,0000538	2,90	0,00185663

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.

Fluoroskopia

osłona	czas narażenia		dawka prom. ubocznego		dawka prom. ubocznego w odległości l		równoważnik ołowiu osłony		kratność osłabienia osłony		dawka prom. ubocznego za osłoną		dawka dopuszczalna za osłoną		% dawki dopuszczalnej	
	t h	D _u μGy	D _u μGy	D _{ul} μGy	- mm Pb	- mm Pb	k	-	D _{uo} μGy	D _o μGy	D _{uo} /D _o %					
AB	0,0417	20,833	169,219	3,6	200 000	200 000	2,90	0,0008461	2,90	0,02917565						
BC	0,2083	104,167	12,217	3,6	200 000	200 000	2,90	0,0000611	2,90	0,00210637						
CD	0,8333	416,667	198,177	1,0	400	400	17,40	0,4954419	17,40	2,84736744						
DE	0,2083	104,167	15,895	3,6	200 000	200 000	2,90	0,0000795	2,90	0,00274044						
EF	0,2083	104,167	68,852	3,2	8 000	8 000	2,90	0,0086065	2,90	0,29677722						
FGA	0,8333	416,667	77,413	1,2	600	600	2,90	0,1290213	2,90	4,44901162						
SG	0,0417	20,833	169,219	3,6	200 000	200 000	2,90	0,0008461	2,90	0,02917565						

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.

8.5 ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

osłona	obliczona grubość wymaganej osłony z ołowiu przed promieniowaniem rozproszonym w mm Pb						wymagana grubość ołowiu	
	75 kV	od tkanki 100 kV		100 kV	100 kV	100 kV	75 kV	100 kV
projekcja	pionowa	pozioma	pozioma	fluoroscopia	pozioma	fluoroscopia	mm Pb	mm Pb
AB	0,20	0,18	0,20	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	0,2
BC	0,32	0,35	0,38	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,3	0,4
CDE	0,38	0,42	0,42	0,07	< 0,1	< 0,1	0,4	0,4
EF	0,32	0,28	0,40	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,3	0,4
FA	0,48	0,38	0,58	< 0,1	< 0,1	0,16	0,5	0,6
SG	0,75	1,00	0,90	0,46	0,46	0,46	0,8	1,0

Przyjęta wymagana wartość grubości warstwy ołowiu [mm Pb] jest największą obliczoną wartością dla danej osłony stałej uwzględniającą promieniowanie rozproszone od tkanki oraz osłon stałych dla wszystkich projekcji i przyjętych napięć anodowych .

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 mm Pb		równoważnik grubości ołowiu istniejącej osłony mm Pb		uwagi na temat konieczności dodatkowych osłon
	75 kV	100 kV	75 kV	100 kV	
AB	0,2	0,2	> 2,9	> 3,6	dodatkowa osłona nie jest wymagana
BC	0,3	0,4	> 2,9	> 3,6	dodatkowa osłona nie jest wymagana
CDE	0,4	0,4	1,1	1,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana
EF	0,3	0,4	> 2,9	> 3,6	dodatkowa osłona nie jest wymagana
FA	0,5	0,6	2,5	3,2	dodatkowa osłona nie jest wymagana
SG	0,8	1,0	1,1	1,2	dodatkowa osłona nie jest wymagana
SD	ze względu na usytuowanie przegrody budowlanej nie jest ona osłoną przed promieniowaniem rtg dla ludzi i nie wymaga analizy wymaganej grubości.				dodatkowa osłona nie jest wymagana

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 aparaty rtg w trakcie realizacji radiologicznych procedur medycznych.

10. WYMAGANIA DLA GABINETÓW RTG

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 ; na każdy następny spośród tych aparatów, zainstalowany w tym samym gabinecie, należy dodatkowo przeznaczyć 5 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

W gabinetach z aparatami rtg powinny znajdować się:

- fartuchy z kołnierzami ochronnymi tarczycy wykonane z gumy ołowiowej celem osłony pacjentów przed promieniowaniem rozproszonym
- fartuchy z gumy ołowiowej dla ochrony pracowników.

Dozymetria

Personel wykonujące procedury medyczne radiologiczne podlega indywidualnej kontroli dawek otrzymywanych na całe ciało.

Alternatywnym rozwiązaniem jest dozymetria środowiskowa w miejscu ekspozycji.

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.

Wymagania dla aparatów rentgenowskich

- Długość ruchomego przewodu z przyciskiem do zdalnego wyzwalania ekspozycji stosowanego w wyposażeniu aparatów, które w warunkach normalnego używania nie wymagają przebywania operatora w pobliżu pacjenta, musi zapewnić operatorowi możliwość sterowania aparatem z odległości co najmniej 2 m od ogniska lampy rentgenowskiej.
- Długość przewodu, lub bezprzewodowe sterowanie aparatem rentgenowskim powinny umożliwiać schronienie się obsługi za osłoną stałą lub parawanem.
- W przypadku braku takiej możliwości obsługa aparatu powinna używać środków ochrony indywidualnej.
- Diagnostyczne aparaty rentgenowskie do zdjęć są wyposażone w urządzenia sygnalizujące w sposób akustyczny lub optyczny wykonanie ekspozycji.
- Sygnalizacja powinna być słyszana lub widoczna z miejsca uruchamiania wyzwalacza.

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. 2019. 1792), nakłada obowiązek na użytkowników aparatów rentgenodiagnostycznych **uzyskania zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem, polegającej na uruchamianiu pracowni rentgenowskich.**

Zezwolenie na uruchamianie i 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 Gabinetu RTG.

Bez pisemnej zgody autora, projektu nie wolno powielać inaczej jak tylko w całości.

Projekt zawiera :

- 27 stron
- 2 załączniki
- 2 rysunki

mgr fizyki Krystyna Bręczewska-Jankowska



Załącznik Nr 1

**ZESTAWIENIE OSŁON STAŁYCH
 dla 75 kV**

Opis przegrody budowlanej osłona	równoważnik grubości ołowiu osłony mm Pb	obliczona wymagana grubość ołowiu mm Pb	minimalna grubość dodatkowej osłony mm Pb	proponowany materiał i grubość dodatkowej osłony
ŚCIANY				
wewnętrzna AB	> 2,9	0,2	0,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana
wewnętrzna BC	> 2,9	0,3	0,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana
wewnętrzna CDE	1,1	0,4	0,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana
wewnętrzna EF	> 2,9	0,3	0,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana
wewnętrzna FA	2,5	0,5	0,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana
STROPY				
dolny SD	ze względu na użytkowanie przegrody budowlanej nie jest ona osłoną przed promieniowaniem rtg dla ludzi i nie wymaga analizy wymaganej grubości		0,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana
górny SG	1,1	0,8	0,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana

Załącznik Nr 2

ZESTAWIENIE DRZWI I OKIEN
 dla 75 kV

Opis osłona	obliczona wymagana grubość ołowiu mm Pb	minimalna grubość dodatkowej osłony z ołowiu mm Pb	uwagi proponowany materiał i grubość dodatkowej osłony
DRZWI / OKNA			
drzwi D1 CDE	0,4	0,0	drzwi D1 posiadają z osłoną ołowianą gr. 1,0 mm Pb
drzwi D2 EF	0,3	0,0	drzwi D2 posiadają z osłoną ołowianą gr. 1,0 mm Pb
okno podglądowe O1 CDE	0,4	0,0	okno podglądowe o równoważniku ołowiu 1,0 mm Pb.
okno O1, O2 AB	0,2	0,0	okna wychodzą na zamknięty teren wewnętrzny szpitala niedostępny dla ludzi i nie wymagają dodatkowej osłony.

Załącznik Nr 3

**ZESTAWIENIE OSŁON STAŁYCH
 dla 100 kV**

Opis przegrody budowlanej	osłona	równoważnik grubości ołowiu osłony mm Pb	obliczona wymagana grubość ołowiu mm Pb	minimalna grubość dodatkowej osłony mm Pb	proponowany materiał i grubość dodatkowej osłony	
ŚCIANY						
wewnętrzna	AB	> 3,6	0,2	0,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana	
wewnętrzna	BC	> 3,6	0,4	0,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana	
wewnętrzna	CDE	1,0	0,4	0,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana	
wewnętrzna	EF	> 3,6	0,4	0,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana	
wewnętrzna	FA	3,2	0,6	0,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana	
STROPY						
dolny	SD	ze względu na usytuowanie przegrody budowlanej nie jest ona osłoną przed promieniowaniem rtg dla ludzi i nie wymaga analizy wymaganej grubości			0,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana
górny	SG	1,2	1,0	0,0	dodatkowa osłona nie jest wymagana	

Załącznik Nr 4

ZESTAWIENIE DRZWI I OKIEN
 dla 100 kV

Opis osłona	obliczona wymagana grubość ołowiu mm Pb	minimalna grubość dodatkowej osłony z ołowiu mm Pb	uwagi proponowany materiał i grubość dodatkowej osłony
DRZWI / OKNA			
drzwi D1 CDE	0,4	0,0	drzwi D1 posiadają z osłoną ołowianą gr. 1,0 mm Pb
drzwi D2 EF	0,4	0,0	drzwi D2 posiadają z osłoną ołowianą gr. 1,0 mm Pb
okno podglądowe O1 CDE	0,4	0,0	okno podglądowe o równoważniku ołowiu 1,0 mm Pb.
okno O1, O2 AB	0,2	0,0	okna wychodzą na zamknięty teren wewnętrzny szpitala niedostępny dla ludzi i nie wymagają dodatkowej osłony.

PROJEKT OSŁON STAŁYCH

<i>nr rysunku</i>	1	<i>skala</i>	1 : 50	<i>data</i>	październik 2019
<i>inwestor</i>	Specjalistyczny Szpital Miejski im. M. Kopernika w Toruniu ul. Batorego 17/19 87-100 Toruń				
<i>obiekt</i>	BUDYNEK GŁÓWNY SZPITALA ul. Batorego 17/19, 87-100 Toruń				
<i>rysunek</i>	FRAGMENT RZUTU PARTERU				
<i>treść</i>	GABINET RTG NR 3 lokalizacja				
<i>autor projektu</i>	mgr KRYSZYNA BRĘCZEWSKA - JANKOWSKA				