

PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ

*** OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH ***

Zgodnie z PN-86/J-80001

**SZPITAL SPECJALISTYCZNY
im. EDWARDA SZCZEKLIKA
PRACOWNIA ANGIOGRAFII
33 100 TARNÓW
ul. SZPITALNA 13**

Typ aparatu :

Aparat do badań angiograficznych – ARTIS ZEE CEILING

Zamawiający :

**F.H.U.B. „MIRO” Mirosław Wójtowicz
ul. 11-go Listopada 21
38-300 Gorlice**

Wykonawca :

**mgr inż. Jerzy Chytła
ul. Polna 24
38-500 Sanok**

Sanok 2010

Aparat ARTIS ZEE CEILING (Siemens)	SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Edwarda Szczeklika 33-100 Tarnów, ul. Szpitalna 13 Pracownia Angiografii	listopad 2010 r
		strona 2/16

SPIS TREŚCI

	Strona
I.DANE OGÓLNE	3
I.1. ZAKRES OPRACOWANIA	3
I.2. OPIS POMIESZCZEŃ	3
II.OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH DLA APARATU ARTIS ZEE CEILING	3
II.1 ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ	3
II.2 OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM PRZEZ PACJENTA	4
II.2.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a sterownią	4
II.2.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem przygotowania lekarzy i pomieszczeniem przygotowania pacjenta	5
II.2.3 Obliczenie osłony ściany pomiędzy gabinetem rtg a korytarzem	5
II.2.4 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem technicznym i magazynem	6
II.2.5 Obliczenie osłony stropu nad gabinetem	7
II.2.6 Obliczenie osłony stropu pod gabinetem	7
II.3 OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM PRZEZ DETEKTOR I WZMACNIACZ OBRAZU	8
II.3.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a sterownią	8
II.3.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem przygotowania lekarzy i pomieszczeniem przygotowania pacjenta	8
II.3.3 Obliczenie osłony ściany pomiędzy gabinetem rtg a korytarzem	9
II.3.4 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem technicznym i magazynem	9
II.3.5 Obliczenie osłony stropu nad gabinetem	10
II.3.6 Obliczenie osłony stropu pod gabinetem	10
II.4 OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM	11
II.4.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a sterownią	11
II.4.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem przygotowania lekarzy i pomieszczeniem przygotowania pacjenta	11
II.4.3 Obliczenie osłony ściany pomiędzy gabinetem rtg a korytarzem	12
II.4.4 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem technicznym i magazynem	12
II.4.5 Obliczenie osłony stropu nad gabinetem	13
II.4.6 Obliczenie osłony stropu pod gabinetem	14
II.4.7 Promieniowanie uboczne – grubości osłon	14
III.MATERIAŁY OCHRONNE	14
IV.PODSUMOWANIE	15
IV.1 OPIS OSŁON STAŁYCH	15
IV.2 ZESTAWIENIE OSŁON STAŁYCH	16
IV.3 UWAGI KOŃCOWE	16
V.ZAŁĄCZNIKI; Plan pracowni rentgenowskiej - Osłony stałe.	

Aparat ARTIS ZEE CEILING (Siemens)	SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Edwarda Szczeklika 33-100 Tarnów, ul. Szpitalna 13 Pracownia Angiografii	listopad 2010 r
		strona 3/16

I. DANE OGÓLNE

I.1. ZAKRES OPRACOWANIA .

Projekt zawiera całość prac z zakresu ochrony radiologicznej niezbędnych do wykonania w pracowni rtg w celu ochrony pracowników obsługujących aparat, pacjentów jak i osób postronnych przed nadmiernym promieniowaniem rentgenowskim.

Projekt wykonano dla aparatu ARTIS ZEE CEILING z lampą Megalix Cat 125/15/40/80-122 GW firmy Siemens planowanego do zainstalowania w Pracowni Angiografii Szpitala Specjalistycznego w Tarnowie przy ul. Szpitalnej 13.

Dane techniczne i informacje budowlane uzyskano od zleceniodawcy.

I.2. OPIS POMIESZCZEŃ.

Pracownia Angiografii znajduje się na I piętrze Szpitala Specjalistycznego w Tarnowie przy ul. Szpitalnej 13.

Gabinet rtg o powierzchni 38.5 m² sąsiaduje z :

- a) pomieszczeniem sterowni – ściana (A-F) pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem sterowni wykonana jest z cegły pełnej grubości 12 cm, szyba w sterowni (O1) wykonana ze szkła ołowiowego o równoważniku 2.0 mm Pb, drzwi (D1) do sterowni posiadają osłonę z blachy ołowiowej grubości 1.0 mm Pb,
- b) pomieszczeniem przygotowania lekarzy – ściana (A-F i F-E) pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem przygotowania lekarzy wykonana jest z cegły pełnej grubości 12 cm, drzwi (D2) do pomieszczenia posiadają osłonę z blachy ołowiowej grubości 1.0 mm Pb
- c) pomieszczeniem przygotowania pacjenta – ściana (F-E) pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem przygotowania pacjenta wykonana jest z cegły pełnej grubości 12 cm, drzwi (D3) do pomieszczenia posiadają osłonę z blachy ołowiowej grubości 1.0 mm Pb
- d) korytarzem – ściana (D-E i D-C) pomiędzy gabinetem rtg a korytarzem wykonana jest z cegły pełnej grubości 12 cm,
- e) pomieszczeniem technicznym i magazynem – ściana (B-C) pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem technicznym i magazynem wykonana jest z cegły pełnej grubości 12 cm, drzwi (D4 i D5) posiadają osłonę z blachy ołowiowej grubości 1.0 mm Pb - za ścianą (B-C) i drzwiami (D4 i D5) podczas zabiegów nie przebywają osoby,
- f) jedna ściana (A-B) jest ścianą zewnętrzną budynku, za którą nie przebywają osoby,
- g) nad gabinetem rtg znajduje się blok porodowy – strop nad gabinetem żelbetowy z wylewką betonową o łącznej grubości 15 cm i dodatkową osłoną z blachy ołowiowej o grubości 1.0 mm Pb,
- h) pod gabinetem rtg znajduje się rejestracja i izba przyjęć – strop pod gabinetem typ D-Z o grubości betonu 8 cm i dodatkową osłoną z blachy ołowiowej o grubości 1.0 mm Pb.

Wysokość gabinetu rtg od posadzki do sufitu wynosi 3.1 m.

Ogólny rozkład pomieszczeń przedstawiono na rysunku nr 1.

II. OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH DLA APARATU ARTIS ZEE CEILING

II.1. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ .

Do obliczeń przyjęto ;

- a) w ciągu dnia przyjmuje się 10 pacjentów,
- b) czas ekspozycji w czasie badania jednego pacjenta wynosi 15 minut

Aparat ARTIS ZEE CEILING (Siemens)	SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Edwarda Szczeklika 33-100 Tarnów, ul. Szpitalna 13 Pracownia Angiografii	listopad 2010 r
		strona 4/16

- c) badania wykonuje się 6 dni w tygodniu ,
d) natężenie prądu anodowego $I = 80 \text{ mA}$,
e) napięcie na lampie rtg $U = 100 \text{ kV}$,
f) filtracja całkowita $= 2.5 \text{ mm Al}$
g) U - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczonej osłony – $U = 1$
h) T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu :
- sterownia, blok porodowy nad gabinetem,
- rejestracja i izba przyjęć pod gabinetem – $T_1 = 1.0$
- pomieszczenie przygotowania pacjenta, korytarz ,
- pomieszczenie przygotowania lekarzy, – $T_2 = 0.25$
- pomieszczenie techniczne i magazyn – $T_3 = 0.05$
i) t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia
 $t = T \cdot U \cdot t_0$
 t_0 - maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jednej zmianie w min.
 $t_1 = 1.0 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 15 \cdot 6 = 900 \text{ minut (15.0 godz.)}$
 $t_2 = 0.25 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 15 \cdot 6 = 225 \text{ minut (3.75 godz.)}$
 $t_3 = 0.05 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 15 \cdot 6 = 45 \text{ minut (0.75 godz.)}$

II.2. OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM PRZEZ PACJENTA .

II.2.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a sterownią .

Promieniowanie docierające do sterowni będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D nie może przekroczyć 50% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową $D = 50 \text{ } \mu\text{Gy}$ (dla osób zatrudnionych przy stosowaniu promieniowania, przebywających w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej, poza gabinetem rtg)

$$D' = 0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 50 = 25 \text{ } \mu\text{Gy}$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana C_1 wynosi ;

$$C_1 = \frac{D' \cdot l^2}{t_1 \cdot I} = \frac{25 \cdot (3.46)^2}{15.0 \cdot 80}$$

$$C_1 = 0.25 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \quad \text{gdzie ;}$$

$l = 3.46 \text{ m}$, odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego

$t_1 = 15.0 \text{ godz}$, czas narażenia na promieniowanie

$I = 80 \text{ mA}$, natężenie prądu

$f^2/s > 2$ (f - pkt II.3 ; s – powierzchnia przedmiotu rozpraszającego, na który pada promieniowanie)

Grubość ołowiu odczytana z wykresu na rys.3 wynosi 2.0 mm Pb

Aparat ARTIS ZEE CEILING (Siemens)	SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Edwarda Szczeklika 33-100 Tarnów, ul. Szpitalna 13 Pracownia Angiografii	listopad 2010 r
		strona 5/16

Ściana (A-F) pomiędzy gabinetem rtg a sterownią wykonana z cegły pełnej grubości 12 cm powinna posiadać dodatkową osłonę o równoważniku 1.0 mm Pb.

Szyba ze szkła ołowiowego do sterowni (O1) o równoważniku ołowiu 2.0 mm Pb spełnia wymogi osłony stałej.

Drzwi do sterowni (D1) powinny być zabezpieczone blachą ołowiową o grubości 2.0 mm Pb.

II.2.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem przygotowania lekarzy i pomieszczeniem przygotowania pacjenta.

Promieniowanie docierające do pomieszczenia przygotowania lekarzy i pomieszczenia przygotowania pacjenta będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D nie może przekroczyć 50% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową $D = 50 \mu\text{Gy}$ (dla osób zatrudnionych przy stosowaniu promieniowania, przebywających w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej, poza gabinetem rtg)

$$D' = 0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 50 = 25 \mu\text{Gy}$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana C_1 wynosi ;

$$C_1 = \frac{D' \cdot l^2}{t_2 \cdot I} = \frac{25 \cdot (3.0)^2}{3.75 \cdot 80}$$

$$C_1 = 0.75 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

gdzie ;

$l = 3.0 \text{ m}$, odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego

$t_2 = 3.75 \text{ godz}$, czas narażenia na promieniowanie

$I = 80 \text{ mA}$, natężenie prądu

$f^2/s > 2$ (f - pkt II.3 ; s – powierzchnia przedmiotu rozpraszającego, na który pada promieniowanie)

Grubość ołowiu odczytana z wykresu na rys.3 wynosi 1.8 mm Pb

Ściana (A-F i F-E) pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem przygotowania lekarzy i pomieszczeniem przygotowania pacjenta wykonana z cegły pełnej grubości 12 cm powinna posiadać dodatkową osłonę o równoważniku 1.0 mm Pb.

Drzwi (D2 i D3) powinny być zabezpieczone blachą ołowiową o grubości 2.0 mm Pb.

II.2.3 Obliczenie osłony ściany pomiędzy gabinetem rtg a korytarzem.

Promieniowanie docierające na korytarz będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D nie może przekroczyć 50% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową $D = 8.5 \mu\text{Gy}$ (dla osób z ogółu ludności przebywających w sąsiedztwie).

$$D' = 0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 8.5 = 4.25 \mu\text{Gy}$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana C_1 wynosi ;

Aparat ARTIS ZEE CEILING (Siemens)	SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Edwarda Szczeklika 33-100 Tarnów, ul. Szpitalna 13 Pracownia Angiografii	listopad 2010 r strona 6/16
--	---	------------------------------------

$$C_1 = \frac{D' \cdot l^2}{t_2 \cdot I} = \frac{4.25 \cdot (2.3)^2}{3.75 \cdot 80}$$

$$C_1 = 0.07 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

gdzie ;

$l = 2.3 \text{ m}$, odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego
 $t_2 = 3.75 \text{ godz}$, czas narażenia na promieniowanie

$I = 80 \text{ mA}$, natężenie prądu

$f^2/s > 2$ (f - pkt II.3 ; s – powierzchnia przedmiotu rozpraszającego, na który pada promieniowanie)

Grubość ołowiu odczytana z wykresu na rys.3 wynosi 2.5 mm Pb

Ściana (D-E i D-C) pomiędzy gabinetem rtg a korytarzem wykonana z cegły pełnej grubości 12 cm powinna posiadać dodatkową osłonę o równoważniku min. 1.5 mm Pb .

II.2.4 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem technicznym i magazynem.

Promieniowanie docierające do pomieszczenia technicznego i magazynu będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D nie może przekroczyć 50% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową $D = 50 \mu\text{Gy}$ (dla osób zatrudnionych przy stosowaniu promieniowania, przebywających w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej, poza gabinetem rtg)

$$D' = 0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 50 = 25 \mu\text{Gy}$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana C_1 wynosi ;

$$C_1 = \frac{D' \cdot l^2}{t_3 \cdot I} = \frac{25 \cdot (2.85)^2}{0.75 \cdot 80}$$

$$C_1 = 3.38 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

gdzie ;

$l = 2.85 \text{ m}$, odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego
 $t_3 = 0.75 \text{ godz}$, czas narażenia na promieniowanie

$I = 80 \text{ mA}$, natężenie prądu

$f^2/s > 2$ (f - pkt II.3 ; s – powierzchnia przedmiotu rozpraszającego, na który pada promieniowanie)

Grubość ołowiu odczytana z wykresu na rys.3 wynosi 1.1 mm Pb .

Ściana (B-C) pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem technicznym i magazynem wykonana z cegły pełnej grubości 12 cm spełnia wymogi osłony stałej. Drzwi (D4 i D5) powinny być zabezpieczone blachą ołowią o grubości 1.5 mm Pb .

Aparat ARTIS ZEE CEILING (Siemens)	SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Edwarda Szczeklika 33-100 Tarnów, ul. Szpitalna 13 Pracownia Angiografii	listopad 2010 r
		strona 7/16

II.2.5 Obliczenie osłony stropu nad gabinetem .

Promieniowanie docierające przez strop nad gabinetem rtg, na blok porodowy będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D nie może przekroczyć 50% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową $D = 8.5 \mu\text{Gy}$

$$D' = 0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 8.5 = 4.25 \mu\text{Gy}$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana C_1 wynosi ;

$$C_1 = \frac{D' \cdot l^2}{t_1 \cdot I} = \frac{4.25 \cdot (2.0)^2}{15.0 \cdot 80}$$

$$C_1 = 0.014 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

gdzie :

$l = 2.0 \text{ m}$, odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego

$t_1 = 15.0 \text{ godz}$, czas narażenia na promieniowanie

$I = 80 \text{ mA}$, natężenie prądu

$f^2/s > 2$ (f - pkt II.3 ; s – powierzchnia przedmiotu rozpraszającego, na który pada promieniowanie)

Grubość ołowiu odczytana z wykresu na rys.3 wynosi 2.8 mm Pb

Strop żelbetowy z wylewką betonową o łącznej grubości 15 cm i dodatkową osłoną z blachy ołowiowej o grubości 1.0 mm spełnia wymogi osłony stałej.

II.2.6 Obliczenie osłony stropu pod gabinetem.

Promieniowanie docierające przez strop pod gabinetem rtg do rejestracji i izby przyjęć będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D nie może przekroczyć 50% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową $D = 8.5 \mu\text{Gy}$

$$D' = 0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 8.5 = 4.25 \mu\text{Gy}$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana C_1 wynosi ;

$$C_1 = \frac{D' \cdot l^2}{t_1 \cdot I} = \frac{4.25 \cdot 1.1}{15.0 \cdot 80}$$

$$C_1 = 0.004 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} , \quad \text{gdzie :}$$

$l = 1.1 \text{ m}$, odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego

$t_1 = 15.0 \text{ godz}$, czas narażenia na promieniowanie

$I = 80 \text{ mA}$, natężenie prądu

$f^2/s > 2$ (f - pkt II.3 ; s – powierzchnia przedmiotu rozpraszającego, na który pada promieniowanie)

Grubość ołowiu odczytana z wykresu na rys.3 wynosi 3.0 mm Pb

Strop D-Z o grubości betonu 8 cm i osłoną z blachy ołowiowej o grubości 1.0 mm Pb powinien posiadać dodatkową osłonę o równoważniku min. 1.0 mm Pb.

Aparat ARTIS ZEE CEILING (Siemens)	SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Edwarda Szczeklika 33-100 Tarnów, ul. Szpitalna 13 Pracownia Angiografii	listopad 2010 r strona 8/16
--	---	------------------------------------

II.3. OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM PRZEZ DETEKTOR I WZMACNIACZ OBRAZU.

Zgodnie z punktem 2.5.3.1 Normy zredukowaną moc dawki oblicza się ze wzoru :

$$C_2 = \frac{D' \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot y \cdot S} \quad \text{gdzie ;}$$

$$D' = 0.5 \cdot D$$

D = dawka tygodniowa określona zgodnie z pkt 2.2 normy

l = odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego

f = odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od ogniska lampy rentgenowskiej

t = czas narażenia w ciągu tygodnia na promieniowanie

I = natężenie prądu

y = współczynnik osłabienia promieniowania w tkance zgodnie z pkt 2.4 normy

S = rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiązki

II.3.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a sterownią.

Przyjmujemy współczynnik $y = 0.17$

$$D' = 0.5 \cdot 50 = 25 \mu\text{Gy}$$

$$l = 3.46 \text{ m}$$

$$f = 0.9 \text{ m}$$

$$S = 0.1 \text{ m}^2$$

I, t - patrz punkt II.2.1

$$C_2 = \frac{D' \cdot l^2 \cdot f^2}{t_1 \cdot I \cdot y \cdot S}$$

$$C_2 = \frac{25 \cdot (3.46)^2 \cdot (0.9)^2}{15.0 \cdot 80 \cdot 0.17 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 11.8 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 11.8$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 1.35 mm Pb.

Oslony opisane w pkt. II.2.1 spełniają powyższe wymagania.

II.3.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem przygotowania lekarzy i pomieszczeniem przygotowania pacjenta.

Przyjmujemy współczynnik $y = 0.17$

$$D' = 0.5 \cdot 50 = 25 \mu\text{Gy}$$

$$l = 3.0 \text{ m}$$

$$f = 0.9 \text{ m}$$

$$S = 0.1 \text{ m}^2$$

I, t - patrz punkt II.2.2

Aparat ARTIS ZEE CEILING (Siemens)	SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Edwarda Szczeklika 33-100 Tarnów, ul. Szpitalna 13 Pracownia Angiografii	listopad 2010 r strona 9/16
--	---	------------------------------------

$$C_2 = \frac{D' \cdot l^2 \cdot f^2}{t_2 \cdot I \cdot y \cdot S}$$

$$C_2 = \frac{25 \cdot (3.0)^2 \cdot (0.9)^2}{3.75 \cdot 80 \cdot 0.17 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 35.7 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 35.7$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 1.0 mm Pb.

Oslony opisane w pkt. II.2.2 spełniają powyższe wymagania.

II.3.3 Obliczenie osłony ściany pomiędzy gabinetem rtg a korytarzem.

Przyjmujemy współczynnik $y = 0.17$

$$D' = 0.5 \cdot 8.5 = 4.25 \mu\text{Gy}$$

$$l = 2.3 \text{ m}$$

$$f = 0.9 \text{ m}$$

$$S = 0.1 \text{ m}^2$$

I, t - patrz punkt II.2.3

$$C_2 = \frac{D' \cdot l^2 \cdot f^2}{t_2 \cdot I \cdot y \cdot S}$$

$$C_2 = \frac{4.25 \cdot (2.3)^2 \cdot (0.9)^2}{3.75 \cdot 80 \cdot 0.17 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 3.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 3.5$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 1.75 mm Pb.

Oslony opisane w pkt. II.2.3 spełniają powyższe wymagania.

II.3.4 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem technicznym i magazynem.

Przyjmujemy współczynnik $y = 0.17$

$$D' = 0.5 \cdot 50 = 25 \mu\text{Gy}$$

$$l = 2.85 \text{ m}$$

$$f = 0.9 \text{ m}$$

$$S = 0.1 \text{ m}^2$$

I, t - patrz punkt II.2.4

$$C_2 = \frac{D' \cdot l^2 \cdot f^2}{t_3 \cdot I \cdot y \cdot S}$$

Aparat ARTIS ZEE CEILING (Siemens)	SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Edwarda Szczeklika 33-100 Tarnów, ul. Szpitalna 13 Pracownia Angiografii	listopad 2010 r strona 10/16
--	---	-------------------------------------

$$C_2 = \frac{25 \cdot (2.85)^2 \cdot (0.9)^2}{0.75 \cdot 80 \cdot 0.17 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 161.2 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 161.2$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 0.55 mm Pb.

Oslona opisana w pkt. II.2.4 spełnia powyższe wymagania.

II.3.5 Obliczenie osłony stropu nad gabinetem.

Przyjmujemy współczynnik $y = 0.17$

$$D' = 0.5 \cdot 8.5 = 4.25 \mu\text{Gy}$$

$$l = 2.0 \text{ m}$$

$$f = 0.9 \text{ m}$$

$$S = 0.1 \text{ m}^2$$

I, t - patrz punkt II.2.5

$$C_2 = \frac{D' \cdot l^2 \cdot f^2}{t_1 \cdot I \cdot y \cdot S}$$

$$C_2 = \frac{4.25 \cdot (2.0)^2 \cdot (0.9)^2}{15.0 \cdot 80 \cdot 0.17 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 0.6 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 0.6$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 2.25 mm Pb.

Oslona opisana w pkt. II.2.5 spełnia powyższe wymagania.

II.3.6 Obliczenie osłony stropu pod gabinetem .

Przyjmujemy współczynnik $y = 0.17$

$$D' = 0.5 \cdot 8.5 = 4.25 \mu\text{Gy}$$

$$l = 1.1 \text{ m}$$

$$f = 0.9 \text{ m}$$

$$S = 0.1 \text{ m}^2$$

I, t - patrz punkt II.2.6

$$C_2 = \frac{D' \cdot l^2 \cdot f^2}{t_1 \cdot I \cdot y \cdot S}$$

$$C_2 = \frac{4.25 \cdot (1.1)^2 \cdot (0.9)^2}{15.0 \cdot 80 \cdot 0.17 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 0.2 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Aparat ARTIS ZEE CEILING (Siemens)	SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Edwarda Szczeklika 33-100 Tarnów, ul. Szpitalna 13 Pracownia Angiografii	listopad 2010 r strona 11/16
--	---	-------------------------------------

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 0.2$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 2.5 mm Pb.

Osłona opisana w pkt. II.2.6 spełnia powyższe wymagania.

II.4. OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM.

II.4.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a sterownią.

Zgodnie z 2.5.4 normy, tygodniowa dawka promieniowania ubocznego D_u wynosi :

$$D_u = \dot{D}_u \cdot t \quad \text{gdzie :}$$

$\dot{D}_u = 0.35 \text{ mGy/h}$ (w odległości 1 m od ogniska lampy) – na podstawie danych producenta
 $t_1 = 15.0 \text{ godz.}$ - czas narażenia na promieniowanie

$\dot{D}_u$ - w odległości 3.46 m wyniesie :

$$\dot{D}_u = \frac{0.35}{(3.46)^2} = 0.029 \text{ mGy/h} \quad \text{a więc :}$$

$$D_u = 0.029 \cdot 15.0 = 0.44 \text{ mGy}$$

Ponieważ szyba ze szkła ołowiowego i blacha ołowiowa o grubości 2.0 mm Pb osłabia promieniowanie X – 6000 razy , dawka promieniowania za osłoną wyniesie :

$$\frac{D_u}{k} = \frac{0.44}{6000} ; \quad \text{Dawka prom.} = 0.07 \mu\text{Gy}$$

Dawka ta jest mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. Nr 180 , poz.1325).

II.4.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem przygotowania lekarzy i pomieszczeniem przygotowania pacjenta.

Zgodnie z 2.5.4 normy, tygodniowa dawka promieniowania ubocznego D_u wynosi :

$$D_u = \dot{D}_u \cdot t \quad \text{gdzie :}$$

$\dot{D}_u = 0.35 \text{ mGy/h}$ (w odległości 1 m od ogniska lampy)
 $t_2 = 3.75 \text{ godz.}$ - czas narażenia na promieniowanie

$\dot{D}_u$ - w odległości 3.0 m wyniesie :

$$\dot{D}_u = \frac{0.35}{(3.0)^2} = 0.04 \text{ mGy/h} \quad \text{a więc :}$$

Aparat ARTIS ZEE CEILING (Siemens)	SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Edwarda Szczeklika 33-100 Tarnów, ul. Szpitalna 13 Pracownia Angiografii	listopad 2010 r strona 12/16
---	---	-------------------------------------

$$Du = 0.04 \cdot 3.75 = 0.15 \text{ mGy}$$

Ponieważ blacha ołowiowa o grubości 2.0 mm Pb osłabi promieniowanie X – 6000 razy , dawka promieniowania za osłoną wyniesie :

$$\frac{Du}{k} = \frac{0.15}{6000} ; \quad \text{Dawka prom.} = 0.025 \text{ } \mu\text{Gy}$$

Dawka ta jest mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. Nr 180 , poz.1325).

II.4.3 Obliczenie osłony ściany pomiędzy gabinetem rtg a korytarzem.

Zgodnie z 2.5.4 normy, tygodniowa dawka promieniowania ubocznego D_u wynosi :

$$Du = \dot{D}_u \cdot t \quad \text{gdzie :}$$

$\dot{D}_u = 0.35 \text{ mGy/h}$ (w odległości 1 m od ogniska lampy)

$t_2 = 3.75 \text{ godz.}$ - czas narażenia na promieniowanie

$\dot{D}_u$ - w odległości 2.3 m wyniesie :

$$\dot{D}_u = \frac{0.35}{(2.3)^2} = 0.066 \text{ mGy/h} \quad \text{a więc :}$$

$$Du = 0.066 \cdot 3.75 = 0.25 \text{ mGy}$$

Ponieważ ściana wykonana z cegły pełnej grubości 12 cm i blacha ołowiowa o grubości 1.5 mm Pb osłabia promieniowanie X – 20000 razy , dawka promieniowania za osłoną wyniesie :

$$\frac{Du}{k} = \frac{0.25}{20000} ; \quad \text{Dawka prom.} = 0.013 \text{ } \mu\text{Gy}$$

Dawka ta jest mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. Nr 180 , poz.1325).

II.4.4 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem rtg a pomieszczeniem technicznym i magazynem.

Zgodnie z 2.5.4 normy, tygodniowa dawka promieniowania ubocznego D_u wynosi :

$$Du = \dot{D}_u \cdot t \quad \text{gdzie :}$$

$\dot{D}_u = 0.35 \text{ mGy/h}$ (w odległości 1 m od ogniska lampy)

$t_3 = 0.75 \text{ godz.}$ - czas narażenia na promieniowanie

Aparat ARTIS ZEE CEILING (Siemens)	SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Edwarda Szczeklika 33-100 Tarnów, ul. Szpitalna 13 Pracownia Angiografii	listopad 2010 r strona 13/16
--	---	-------------------------------------

•
 $\dot{D}_u$ - w odległości 2.85 m wyniesie :

$$\dot{D}_u = \frac{0.35}{(2.85)^2} = 0.043 \text{ mGy/h} \quad \text{a więc :}$$

$$D_u = 0.043 \cdot 0.75 = 0.032 \text{ mGy}$$

Ponieważ blacha ołowiowa o grubości 1.5 mm Pb osłabi promieniowanie X – 1800 razy , dawka promieniowania za osłoną wyniesie :

$$\frac{D_u}{k} = \frac{0.032}{1800} ; \quad \text{Dawka prom.} = 0.018 \mu\text{Gy}$$

Dawka ta jest mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. Nr 180 , poz.1325).

II.4.5 Obliczenie osłony stropu nad gabinetem.

Zgodnie z 2.5.4 normy, tygodniowa dawka promieniowania ubocznego $\dot{D}_u$ wynosi :

$$D_u = \dot{D}_u \cdot t \quad \text{gdzie :}$$

$$\dot{D}_u = 0.35 \text{ mGy/h (w odległości 1 m od ogniska lampy)}$$

$$t_1 = 15.0 \text{ godz. - czas narażenia na promieniowanie}$$

•
 $\dot{D}_u$ - w odległości 2.0 m wyniesie :

$$\dot{D}_u = \frac{0.35}{(2.0)^2} = 0.088 \text{ mGy/h} \quad \text{a więc :}$$

$$D_u = 0.088 \cdot 15.0 = 1.32 \text{ mGy}$$

Ponieważ strop żelbetowy z wylewką betonową o łącznej grubości 15 cm i dodatkową osłoną z blachy ołowiowej o grubości 1.0 mm osłabia promieniowanie X ponad 40000 razy , dawka promieniowania za osłoną wyniesie :

$$\frac{D_u}{k} = \frac{1.32}{40000} ; \quad \text{Dawka prom.} = 0.033 \mu\text{Gy}$$

Dawka ta jest mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. Nr 180 , poz.1325).

Aparat ARTIS ZEE CEILING (Siemens)	SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Edwarda Szczeklika 33-100 Tarnów, ul. Szpitalna 13 Pracownia Angiografii	listopad 2010 r strona 14/16
--	---	-------------------------------------

II.4.6 Obliczenie osłony stropu pod gabinetem .

Zgodnie z 2.5.4 normy, tygodniowa dawka promieniowania ubocznego D_u wynosi :

$$D_u = D_u \cdot t \quad \text{gdzie :}$$

$D_u = 0.35 \text{ mGy/h}$ (w odległości 1 m od ogniska lampy)

$t_1 = 15.0 \text{ godz.}$ - czas narażenia na promieniowanie

$$D_u = 0.35 \cdot 15.0 = 5.25 \text{ mGy}$$

Ponieważ Strop D-Z o grubości betonu 8 cm i osłoną z blachy ołowiowej o grubości 2.0 mm Pb osłabia promieniowanie X ponad 60000 razy , dawka promieniowania za osłoną wyniesie :

$$\frac{D_u}{k} = \frac{1.32}{60000} ; \quad \text{Dawka prom.} = 0.022 \mu\text{Gy}$$

Dawka ta jest mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. Nr 180 , poz.1325).

II.4.7 Promieniowanie uboczne - grubości osłon .

Ponieważ obliczone dawki tygodniowe promieniowania ubocznego za istniejącymi osłonami są dużo mniejsze niż 10 % dawki tygodniowej określonej zgodnie z pkt 2.2 normy, to grubość istniejących osłon może pozostać bez zmiany (na podstawie pkt 2.5.4.3 normy).

III. MATERIAŁY OCHRONNE.

Ochronność materiałów stosowanych na osłony zabezpieczające przed promieniowaniem X i γ jest porównywana z ołowiem. Dlatego przy obliczaniu grubości osłon ochronnych stosuje się pojęcie równoważnika ołowiu jako grubości danego materiału, które osłabia promieniowanie o ustalonej energii w tym samym stopniu, co warstwa ołowiu o grubości 1 mm. Wartość równoważnika ołowiu zależy od energii promieniowania i rodzaju materiału. Wartość ta maleje ze wzrostem energii promieniowania, co oznacza że zmniejsza się różnica między minimalną grubością osłony z ołowiu a osłoną z innych materiałów. Ze wzrostem energii promieniowania X i γ maleje więc znaczenie ołowiu jako materiału ochronnego w porównaniu z innymi materiałami. W naszym przypadku napięcie na lampie rtg nie przekracza 100 kV i jako materiałów ochronnych możemy stosować ;

- a) ołów,
- b) żelazo ,
- c) szkło ołowiowe ,
- d) baryt,
- e) beton,
- f) cegła.

Ad a) Ołów ($\rho = 11.3 \text{ g/cm}^3$) jest powszechnie stosowany do produkcji głowic ochronnych i roboczych defektoskopów izotopowych, pojemników do transportu i przechowywania źródeł promieniowania, osłon ruchomych przy wykonywaniu drzwi ochronnych oraz w innych przypadkach, gdy wymagany jest mały ciężar i małe wymiary osłony.

Aparat ARTIS ZEE CEILING (Siemens)	SZPITAL SPECJALISTYCZNY im. Edwarda Szczeklika 33-100 Tarnów, ul. Szpitalna 13 Pracownia Angiografii	listopad 2010 r
		strona 16/16

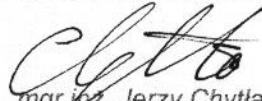
IV.2. ZESTAWIENIE OSŁON STAŁYCH.

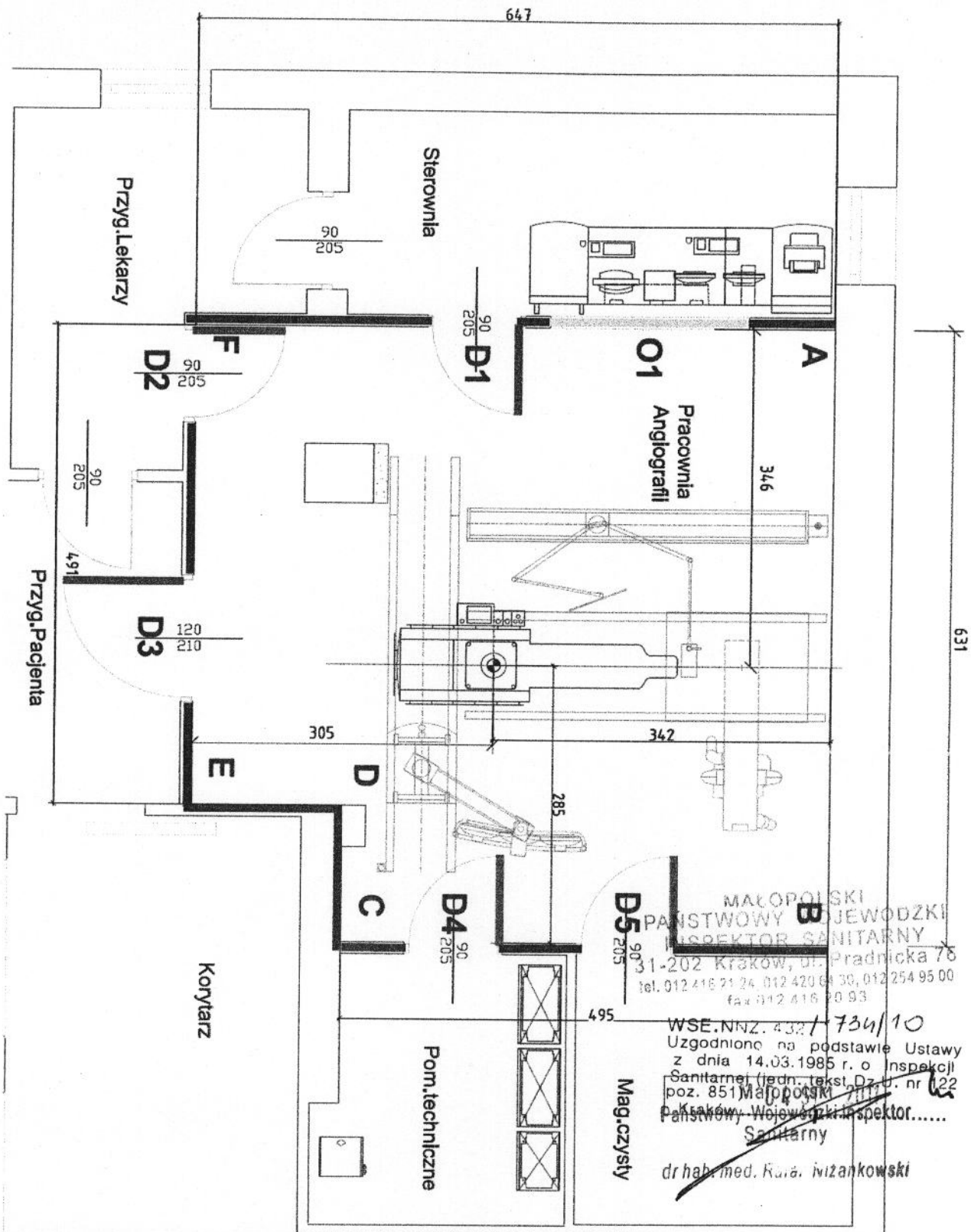
Lp	Nazwa osłony	Osłona wyliczona	Osłona istniejąca *	Osłona dodatkowa
1.	Sterownia – ściana (A-F) – szyba (O1) – drzwi (D1)	2.0 mm Pb	- cegła 12 cm - 2.0 mm Pb - 1.0 mm Pb	- 1.0 mm Pb - brak - 1.0 mm Pb
2.	Pomieszczenia przygotowania lekarzy i pacjenta – ściana (A-F, F-E) – drzwi (D2, D3)	1.8 mm Pb	- cegła 12 cm - 1.0 mm Pb	- 1.0 mm Pb - 1.0 mm Pb
3.	Korytarz – ściana (D-E, D-C)	2.5 mm Pb	- cegła 12 cm	- 1.5 mm Pb
4.	Pomieszczenie techniczne i magazyn – ściana (B-C) – drzwi (D4, D5)	1.1 mm Pb	- cegła 12 cm - 1.0 mm Pb	- brak - 0.5 mm Pb
5.	Strop nad gabinetem	2.8 mm Pb	- beton 15 cm + 1.0 mm Pb	- brak
6.	Strop pod gabinetem	3.0 mm Pb	- beton 8 cm + 1.0 mm Pb	- 1.0 mm Pb

IV.3. UWAGI KOŃCOWE.

1. Przy napromieniowaniu pacjentów należy stosować osłony na części ciała nie objęte wiązką pierwotną, lecz narażone na promieniowanie uboczne i rozproszone. Napromieniowania kobiet w ciąży należy unikać lub w miarę możliwości przekładać do drugiej połowy ciąży.
2. W czasie ekspozycji w gabinecie rtg nie mogą przebywać osoby postronne.
3. W gabinecie rtg powinna być możliwość przyciemnienia oświetlenia.
4. Nad drzwiami do gabinetu od strony pomieszczenia przygotowania lekarzy i pomieszczenia przygotowania pacjenta należy umieścić ostrzegawczą sygnalizację świetlną włączaną równocześnie z zasilaniem generatora.
5. Na drzwiach do pracowni od strony korytarza należy umieścić oznakowanie pracowni rentgenowskiej (wzór ; Załącznik nr 1 do Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. Nr 180, poz.1325).

Inspektor Ochrony Radiologicznej
w Pracowniach Rentgenowskich
stosujących aparaty rtg w celach medycznych


mgr inż. Jerzy Chytła
(zaświadczenie GIS nr 294/2004)



cegła 12 cm
cegła 12 cm + 1.0 mm Pb
cegła 12 cm + 1.5 mm Pb
ołów 1.5 mm Pb
ołów 2.0 mm Pb
szkło ołowiowe 2.0 mm Pb



Szpital Specjalistyczny w Tarnobrzegu
im. Edwarda Szczeklika
ul. Szpitalna 13, 33-100 Tarnobrzeg
Pracownia Angiografii

RYS.1

ARTIS ZEE CEILING

PLAN PRACOWNI
OSŁONY STAŁE

SKALA 1 : 60