

**OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH PRZED
PROMIENIOWANIEM RENTGENOWSKIM:
Pediatria Pracownia RTG
Szpital Wojewódzki
75-581 Koszalin, ul. Chałubińskiego 7**

Autor obliczeń:



Koszalin sierpień 2011 r.

Wyniki analiz i przeliczeń przedstawione w niniejszym opracowaniu odnoszą się tylko do urzędów pracowni będącej przedmiotem obliczeń.

I. Krótki opis techniczny pomieszczeń przeznaczonych na uruchomienie Pediatrycznej Pracowni RTG.

1. Lokalizacja:

Pediatryczna Pracownia RTG zlokalizowana będzie na pierwszym piętrze budynku Szpitala wojewódzkiego w Koszalinie przy ul. Chałubińskiego 7 w pomieszczeniu, w którym wcześniej zlokalizowany był gabinet RTG, a obecnie pomieszczenie wykorzystywane było jako pracownia USG.

Właścicielem Radiologicznej Pracowni RTG jest Szpital Wojewódzki w Koszalinie. Ściany i podłogi pracowni RTG przylegają do innych pomieszczeń Szpitala. Nad Pracownią RTG zlokalizowany jest blok operacyjny, pomieszczenia socjalne, sala zabiegowa. Pod Pracownią RTG znajduje się Dziecięca Izba Przyjęć.

2. Cel opracowania:

Obliczenie osłon stałych przed promieniowaniem rentgenowskim dla gabinetu Pediatrycznej Pracowni RTG. W gabinecie do zdjęć RTG zainstalowany będzie diagnostyczny aparat RTG typu AXIOM Iconos z generatorem POLYDOROS SX65, ze stojakiem do zdjęć odległościowych VERTIX TOP oraz dodatkową podwieszoną pod sufitem lampą RTG 3D TOP firmy Siemens.

Prace adaptacyjne nie naruszają konstrukcji ścian.

Aparat rentgenowski zlokalizowany będzie w pomieszczeniu pełniącym wcześniej funkcję gabinetu rentgenowskiego.

Ściany, podłogi i sufity gabinetu rentgenowskiego zabezpieczone są tynkiem barytobetonowym o nieznannej grubości. Drzwi do gabinetu zabezpieczone są blachą ołowiową o nieznannej grubości.

Właściciel nie posiada starej dokumentacji obliczeń osłon stałych przed promieniowaniem rentgenowskim, nie są więc znane parametry wykonanych osłon barytobetonowych przed promieniowaniem rentgenowskim zabezpieczających ściany byłego gabinetu rentgenowskiego.

Inwestor planuje zastosowanie nowych drzwi ochronnych do sterowni, kabiny pacjentów i WC pacjentów niepełnosprawnych.

3. Opis technologii wykonywania badań rtg i pomieszczeń przeznaczonych na radiologiczną pracownię RTG:

Wykonano na podstawie danych uzyskanych od inwestora:

- zawartych w materiałach dotyczących pomieszczeń w których ma być zlokalizowany gabinet RTG.
- zawartych w opisie technicznym zastosowanej aparatury rtg.

Pediatryczna Pracownia RTG zlokalizowana będzie na pierwszym piętrze budynku Szpitala wojewódzkiego w Koszalinie przy ul. Chałubińskiego 7. Pracownia RTG składać się będzie z gabinetu do zdjęć RTG o powierzchni ok. 43,5 m², sterowni o powierzchni ok. 10,3 m², kabiny dla pacjentów o powierzchni ok. 3,6 m², WC dla pacjentów niepełnosprawnych o powierzchni ok. 16,2 m², WC dla personelu o powierzchni ok. 2,4 m², oraz istniejących

pomieszczeń ciemni suchej o powierzchni ok. 14,7 m² oraz ciemni mokrej o powierzchni ok. 14,7 m².

Pracownia sąsiaduje z innymi pomieszczeniami szpitala.

W gabinecie RTG zastosowany zostanie sufit podwieszany, wysokość gabinetu RTG wynosić będzie 2,8 m.

W gabinecie do zdjęć RTG zainstalowany będzie diagnostyczny aparat RTG typu AXIOM Iconos z generatorem POLYDOROS SX65, ze stojakiem do zdjęć odległościowych VERTIX TOP oraz dodatkową podwieszoną pod sufitem lampą RTG 3D TOP firmy Siemens. W pracowni zapewniona będzie łączność głosowa i wizualna pomiędzy personelem medycznym przebywającym w sterowni a pacjentem przebywającym w gabinecie rentgenowskim.

W gabinecie znajduje się istniejąca wentylacja grawitacyjna zapewniająca co najmniej 1,5-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny.

Podczas badań w gabinecie rentgenowskim znajdować się będzie tylko badany pacjent. Badania radiologii konwencjonalnej wykonywane będą w technologii cyfrowej. Pracownia wykorzystywać będzie Zdalną Diagnostykę Simensa (SRS), w tym celu zapewnione będzie połączenie i internetem oraz szpitalną siecią komputerową – przepustowość minimum 1 Gb/s, zastosowanie urządzeń kategorii 5e lub wyżej, okablowanie sieci strukturalnej typu FTP. Zdjęcia wywoływane będą w istniejącej ciemni.

Gabinet do zdjęć RTG.

Istniejące ściany posiadają następujące grubości:

a) ściana zewnętrzna (AB) wykonana jest z cegły pełnej o grubości 38 cm.

Ściana stanowi osłonę równoważną > 4,0 mm Pb.

W ścianie znajdują się okna z typowej stolarki. Dolne krawędzie okien znajdują się na wysokości 4,8 m od podłoża. Za ścianą w odległości 23,5 znajduje się cztero kondygnacyjny budynek, w którym zlokalizowane jest szpitalne laboratorium ALAB. Poziom czwartej kondygnacji budynku znajduje się na wysokości dolnej krawędzi okien projektowanego gabinetu RTG. W budynku laboratorium, na przeciwko okien pracowni RTG zlokalizowane są pomieszczenia magazynowe natomiast na ścianach szczytowych budynku znajdują się dwa biura laboratorium.

b) ściana zewnętrzna (BC) wykonana jest z cegły pełnej o grubości 24 cm.

Ściana stanowi osłonę równoważną ok. 2,5 mm Pb.

W ścianie znajdują się okna z typowej stolarki. Dolne krawędzie okien znajdują się na wysokości 4,8 m od podłoża. Za ścianą w odległości 15,2 znajduje się dwu kondygnacyjny budynek administracyjny. Poziom dachu budynku znajduje się na wysokości dolnej krawędzi okien projektowanego gabinetu RTG.

c) ściana od strony ciemni i WC pacjentów (CD), istniejąca ściana od strony ciemni mokrej i ciemni suchej wykonana jest z cegły dziurawki o grubości 12 cm. Ściana ta najprawdopodobniej zabezpieczona jest tynkiem barytobetonowym o nieznannej grubości.

Ściana ta (bez zabezpieczenia tynkiem barytobetonowym) stanowi osłonę równoważną ok. 0,3 mm Pb.

Projektowane jest wykonanie ściany do WC dla pacjentów, w której zainstalowane będą drzwi ochronne oraz zamurowanie okienka podawczego do ciemni mokrej. Projektowaną ścianę oraz zamurowanie okienka podawczego należy wykonać przy użyciu cegieł ceramicznych pełnych o grubości 12 cm.

d) ściana od strony sterowni i kabiny pacjentów (DA) wykonana jest z cegły dziurawki o grubości 12 cm. Ściana ta najprawdopodobniej zabezpieczona jest tynkiem barytobetonowym o nieznannej grubości.

Ściana ta (bez zabezpieczenia tynkiem barytobetonowym) stanowi osłonę równoważną ok. 0,3 mm Pb.

W ścianie tej zainstalowane będą: okienko ze szkła ołowiowego i drzwi ochronne do sterowni oraz drzwi ochronne do kabiny pacjentów.

e) podłoga i strop sufitowy wykonane są jako strop z płyt żerańskich o grubości 24 cm (grubość betonu 8 cm) z warstwą nadbetonu 6 cm, (łącznie grubość betonu 14 cm).

W podłodze wykonane będą kanały kablowe o głębokości 8 cm, kanały wyłożone będą blachą stalową o grubości 4 mm i przykryte blachą stalową o grubości 4 mm (łącznie 8 mm osłony z żelaza). Ubytek 8 cm betonu zastąpiony zostanie 8 mm blachy stalowej.

Podłoga i sufit stanowią osłonę równoważną ok. 2,0 mm Pb.

Wysokość pomieszczeń gabinetu RTG 2,8 m.

W gabinecie znajduje się istniejąca wentylacja grawitacyjna.

4. Wyposażenie:

W gabinecie do zdjęć RTG zainstalowany będzie diagnostyczny aparat RTG typu AXIOM Iconos z generatorem POLYDOROS SX65, ze stojakiem do zdjęć odległościowych VERTIX TOP oraz dodatkową podwieszoną pod sufitem lampą RTG 3D TOP firmy Siemens.

Montażu urządzenia wraz z zainstalowaniem elektrycznym dokona serwis posiadający niezbędne uprawnienia. Usytuowanie aparatu – wg rysunku stanowiącego załącznik do obliczeń.

5. Informacje dodatkowe:

1. Obliczenia osłon stałych wymagają zatwierdzenia przez właściwego państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego przy uzgadnianiu dokumentacji projektowej przed wydaniem zezwolenia na stosowanie aparatu RTG.
2. Pracownia RTG powinna spełniać stosowne wymagania 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 z 2006 r.)

II. Obliczenia osłon przed promieniowaniem rentgenowskim w Radiologicznej Pracowni RTG.

1. Wymagania prawne.

Przy obliczaniu osłon stałych przed przenikaniem promieniowania do sąsiednich pomieszczeń mają zastosowanie następujące przepisy prawne:

1. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. – Prawo Atomowe (Dz.U. z 2001 r. Nr 3, poz. 18, Dz. U. z 2007 r. Nr 42, poz., Dz. U. z 2008 r. Nr 93, poz. 583, Nr 227, poz. 1505, Dz. U. z 2009 r. Nr 18, poz. 97).
2. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. z 2002 r. Nr 20, poz. 168).
3. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. Nr 51, poz. 265 z 2011 r.).
4. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180, poz. 1325 z 2006 r.).
5. Polska Norma PN-86/J-80001. Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczenia osłon stałych.
6. Norma Niemiecka DIN-6812 wydana w czerwcu 1994r. Medyczne urządzenia rentgenowskie do 300 kV. Zasady ochrony radiologicznej.

Dawki graniczne promieniowania jonizującego określone są w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20 z 2005 r., poz. 168.).

Zgodnie z § 5.1. Dla osób z ogółu ludności dawka graniczna, wyrażona jako dawka skuteczna (efektywna), wynosi 1 mSv w ciągu roku kalendarzowego, przy czym dawka graniczna, wyrażona jako dawka równoważna, wynosi w ciągu roku kalendarzowego:

- 1) 15 mSv – dla soczewek oczu,
 - 2) 50 mSv – dla skóry, jako wartość średnia dla dowolnej powierzchni 1 cm² napromienionej części skóry.
2. Dawka, o której mowa w ust. 1, może być w danym roku kalendarzowym przekroczona, pod warunkiem że, w ciągu kolejnych pięciu lat kalendarzowych jej sumaryczna wartość nie przekroczy 5 mSv.

2. Aparatura rtg oraz jej zastosowanie – założenia.

Gabinet do zdjęć RTG.

W gabinecie do zdjęć RTG zainstalowany będzie diagnostyczny aparat RTG typu AXIOM Iconos R200 z generatorem POLYDOROS SX65 oraz dodatkowa lampa RTG 3D TOP w zawieszeniu sufitowym i stojak do zdjęć odległościowych VERTIX TOP, wszystkie urządzenia firmy SIEMENS – Niemcy.

Usytuowanie aparatów zgodne z załączonym rysunkiem.

Dane techniczne aparatu AXIOM Iconos R200:

Zdjęcia:

$U = 40 - 150$ [kV]

$I = 10 - 800$ [mA]

Skopia

$U = 40$ kV – 110 kV

$I =$ od 0,2 mA (przy 40kV) do 4,1 mA (przy 110kV),

fluoroskopia wysokokontrastowa max. 18 mA (przy 110 kV)

wydajność zasilacza przy zdjęciach:

- 800 mA - 81 kV

- 650 mA - 100 kV

- 500 mA - 125 kV

- 400 mA - 150 kV

możliwość wyboru mAs w zakresie:

- 0,5 mAs do 800 mAs

czas ekspozycji zdjęciowej:

- 0,001 s do 5 s

Filtracja

- kolimator

filtracja wewnętrzna 1 mmAl, filtracja wstępna zmienna 0,1 mmCu, 0,2 mmCu, 0,3 mmCu,

- filtracja całkowita (IEC 601-1-3): 2,5 [mm] Al.

Do obliczeń przyjęto maksymalne obciążenie dla obrazowania wykonanego **techniką zdjęć rtg** $W = 400$ [mAmin/tydzień] (= 24000 [mAs/tydzień]) – dla aparatu do zdjęć (norma niemiecka DIN- 6812).

W obliczeniach przyjęto następujące parametry pracy generatora: 650 mA, 100 kV.

Czas ekspozycji tygodniowej – $t_0 = 37$ [s] = 0,6 [min] = 0,010 [h].

Połowa ekspozycji wykonywana będzie na stół w stronę podłogi, połowa (z podwieszanej lampy rtg) na stojak VERTIX TOP w stronę ciemni. Obliczenia osłon wykonano dla założenia, że wszystkie ekspozycje wykonywane są w stronę obliczanej osłony.

Obliczenia przeprowadzono dla założenia, że: konstrukcja ścian, stropów, okien, drzwi oraz zainstalowane urządzenia ochronne w pracowni rentgenowskiej zabezpieczają osoby pracujące w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 0,5 mSv – zgodnie z § 2.1 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180, poz. 1325 z 2006 r.)

3. Obliczenia osłon stałych.

Gabinet do zdjęć RTG.

Obliczenia dla aparatu AXIOM Iconos R200 z generatorem POLYDOROS SX 65 z dodatkową lampą RTG 3D TOP w zawieszeniu sufitowym.

3.1) Obliczenia osłon stałych dla ściany zewnętrznej (AB).

Ściana ta narażona będzie na promieniowanie rozproszone.

Obliczenia zredukowanej mocy dawki bezpośrednio za oknami pracowni na wysokości 4,8 m nad poziomem ziemi.

3.1.1) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkanekę:

$$I = 650 \text{ [mA]}$$

$$f = 1,0 \text{ [m]}$$

$$s = 0,12 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$l = 0,7 \text{ [m]}$$

$$D = 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]}$$

$$T = 0,05$$

$$U = 1$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 0,05 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [h]} = 0,0005 \text{ [h]}$$

$$f^2/s = 8,3$$

$$C_1 = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (0,7)^2}{0,0005 \cdot 650} = 15,1$$

Z rys. 3 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 0,6 mm.

3.1.2) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez podłogę:

$$\begin{aligned}f &= 1,9 \text{ [m]} \\s &= 0,23 \text{ [m]} \\l &= 0,7 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 0,05 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 0,05 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [h]} = 0,0005 \text{ [h]} \\I &= 550 \text{ [mA]}\end{aligned}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = \frac{10 \cdot (0,7)^2 \cdot (1,9)^2}{0,0005 \cdot 650 \cdot 0,23} = 236,6$$

Z rys. 4 i tabeli 11 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 0,3 mm.

Na podstawie obliczeń ściana powinna zapewnić osłonę równoważną osłonie z ołowiu o grubości ok. 0,6 mm.

Obliczenia zredukowanej mocy dawki w odległości ok. 24 m od okien przy budynku laboratorium ALAB na wysokości czwartej kondygnacji.

3.1.3) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkanę:

$$\begin{aligned}I &= 650 \text{ [mA]} \\f &= 1,0 \text{ [m]} \\s &= 0,12 \text{ [m}^2\text{]} \\l &= 24 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 1 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [h]} = 0,010 \text{ [h]} \\f^2/s &= 8,3\end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (24)^2}{0,010 \cdot 650} = 886,2$$

Z rys. 3 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego jest pomijalna

3.1.4) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez podłogę:

$$\begin{aligned}f &= 1,9 \text{ [m]} \\s &= 0,23 \text{ [m]}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}l &= 24 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 1 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [h]} = 0,010 \text{ [h]} \\I &= 650 \text{ [mA]}\end{aligned}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = \frac{10 \cdot (24)^2 \cdot (1,9)^2}{0,010 \cdot 650 \cdot 0,23} = 13908,8$$

Z rys. 4 i tabeli 11 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego jest pomijalna

Istniejąca ściana zapewnia wymaganą osłonę.
Znajdujące się w ścianie okna nie wymagają dodatkowych zabezpieczeń.

3.2) Obliczenia osłon stałych dla ściany zewnętrznej (BC).

Ściana ta narażona będzie na promieniowanie rozproszone.

Obliczenia zredukowanej mocy dawki bezpośrednio za oknami pracowni na wysokości 4,8 m nad poziomem ziemi.

3.2.1) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkanekę:

$$\begin{aligned}I &= 650 \text{ [mA]} \\f &= 1,0 \text{ [m]} \\s &= 0,12 \text{ [m}^2\text{]} \\l &= 2,2 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 0,05 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 0,05 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [h]} = 0,0005 \text{ [h]} \\f^2/s &= 8,3\end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (2,2)^2}{0,0005 \cdot 650} = 148,9$$

Z rys. 3 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 0,3 mm.

3.3.2) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez podłogę:

$$\begin{aligned}f &= 1,9 \text{ [m]} \\s &= 0,23 \text{ [m]} \\l &= 2,2 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 0,05 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 0,05 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [h]} = 0,0005 \text{ [h]} \\I &= 650 \text{ [mA]}\end{aligned}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = \frac{10 \cdot (2,2)^2 \cdot (1,9)^2}{0,0005 \cdot 650 \cdot 0,23} = 2337,4$$

Z rys. 4 i tabeli 11 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego jest pomijalna.

Na podstawie obliczeń ściany kabiny pacjentów powinny zapewnić osłonę równoważną osłonie ołowiu (Pb) o grubości ok. 0,3 mm.

Istniejąca ściana zapewnia wymaganą osłonę.

Ze względu na fakt, że dach zlokalizowanego w odległości ok. 15,2 m dwukondygnacyjnego budynku administracyjnego znajduje się na poziomie dolnych krawędzi okien gabinetu RTG, okna nie wymagają dodatkowych zabezpieczeń.

3.3) Obliczenia osłon stałych dla ściany od strony ciemni i WC pacjentów (CD).

Ściana ta narażona będzie na działanie wiązki pierwotnej promieniowania X i na promieniowanie rozproszone.

3.3.1) – krotność osłabienia promieniowania przez ścianę:

$$\begin{aligned}D &= 0,95 \text{ [cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] \\I &= 650 \text{ [mA]} \\T &= 1 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [min]} = 0,6 \text{ [min]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} \\l &= 3,7 \text{ [m]} \\y &= 0,1\end{aligned}$$

$$k = \frac{D \cdot I \cdot t}{D \cdot l^2} \cdot y = \frac{0,95 \cdot 650 \cdot 0,6}{0,001 \cdot (3,7)^2} \cdot 0,1 = 2706,4$$

Zgodnie z p. 2.5.1.3. normy grubość wymaganej osłony z ołowiu dla ściany wynosi ok. 1,7 mm.

3.3.2) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkanę:

$$\begin{aligned}I &= 650 \text{ [mA]} \\f &= 1,0 \text{ [m]} \\s &= 0,12 \text{ [m}^2\text{]} \\l &= 1,8 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 1 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [min]} = 0,010 \text{ [min]} \\f^2/s &= 8,3\end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (1,8)^2}{0,010 \cdot 650} = 5,0$$

Z rys. 3 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 0,9 mm.

3.3.3) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez podłogę:

$$\begin{aligned}f &= 1,9 \text{ [m]} \\s &= 0,23 \text{ [m]} \\l &= 2,1 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 1 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [min]} = 0,010 \text{ [min]} \\I &= 650 \text{ [mA]}\end{aligned}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = \frac{10 \cdot (2,1)^2 \cdot (1,9)^2}{0,010 \cdot 650 \cdot 0,23} = 106,5$$

Z rys. 4 i tabeli 11 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 0,6 mm.

Na podstawie obliczeń ściana powinna zapewnić osłonę równoważną osłonie z ołowiu o grubości ok. 1,7 mm.

Istniejąca ściana nie zapewnia wymaganej osłony. Ścianę tę i zamurowane okienko do ciemni oraz wybudowaną ścianę do WC pacjentów należy dodatkowo zabezpieczyć osłoną o równoważniku 1,5 mm Pb.

Projektowane w ścianie drzwi do WC dla pacjentów, ze względu narażenia tylko na promieniowanie rozproszone, powinny być wykonane z materiału stanowiącego osłonę o równoważniku 1,0 mm ołowiu (Pb).

3.4) Obliczenia osłon stałych dla ściany od strony sterowni i kabiny pacjentów (DA).

Ściana ta narażona będzie na promieniowanie rozproszone.

3.4.1) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkanę:

$$\begin{aligned}I &= 650 \text{ [mA]} \\f &= 1,0 \text{ [m]} \\s &= 0,12 \text{ [m}^2\text{]} \\l &= 3,0 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 1 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [h]} = 0,010 \text{ [h]} \\f^2/s &= 8,3\end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (3,0)^2}{0,010 \cdot 650} = 13,8$$

Z rys. 3 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 0,6 mm.

3.4.2) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez podłogę:

$$\begin{aligned}f &= 1,9 \text{ [m]} \\s &= 0,23 \text{ [m]} \\l &= 3,0 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 1 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [h]} = 0,010 \text{ [h]} \\I &= 650 \text{ [mA]}\end{aligned}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = \frac{10 \cdot (3,0)^2 \cdot (1,9)^2}{0,010 \cdot 650 \cdot 0,23} = 217,3$$

Z rys. 4 i tabeli 11 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 0,4 mm.

Na podstawie obliczeń ściana powinna zapewnić osłonę równoważną osłonie ołowiu (Pb) o grubości ok. 0,6 mm.

Ściana nie zapewnia wymaganej osłony. Ścianę należy dodatkowo zabezpieczyć osłoną o równoważniku 0,5 mm Pb.

Projektowane w ścianie drzwi do sterowni i okienko do sterowni oraz drzwi do kabiny pacjentów powinny być wykonane z materiału stanowiącego osłonę o równoważniku 1,0 mm ołowiu (Pb).

3.5) Obliczenia osłon stałych dla podłogi.

Podłoga narażona będzie na działanie wiązki pierwotnej promieniowania X i na promieniowanie rozproszone.

3.6.1) – *krotność osłabienia promieniowania przez podłogę:*

$$D = 0,95 \text{ [cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

$$I = 650 \text{ [mA]}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,6 \text{ [min]} = 0,6 \text{ [min]}$$

$$D = 0,001 \text{ [cGy]}$$

$$l = 2,4 \text{ [m]}$$

$$y = 0,1$$

$$k = \frac{D \cdot I \cdot t}{D \cdot l^2} \cdot y = \frac{0,95 \cdot 650 \cdot 0,6}{0,001 \cdot (2,4)^2} \cdot 0,1 = 6432,3$$

Zgodnie z p. 2.5.1.3. normy grubość wymaganej osłony z ołowiu dla podłogi wynosi ok. 1,9 mm.

3.5.2) – *zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkanekę:*

$$I = 650 \text{ [mA]}$$

$$f = 1,0 \text{ [m]}$$

$$s = 0,12 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$l = 1,4 \text{ [m]}$$

$$D = 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [h]} = 0,010 \text{ [h]}$$

$$f^2/s = 8,3$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (1,4)^2}{0,010 \cdot 650} = 3,0$$

Z rys. 3 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 1,2 mm.

3.5.3) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez ścianę:

$$\begin{aligned}f &= 1,5 \text{ [m]} \\s &= 0,18 \text{ [m]} \\l &= 2,4 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 1 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [h]} = 0,010 \text{ [h]} \\I &= 650 \text{ [mA]}\end{aligned}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = \frac{10 \cdot (2,4)^2 \cdot (1,5)^2}{0,010 \cdot 650 \cdot 0,18} = 110,8$$

Z rys. 4 i tabeli 11 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 0,6 mm.

Na podstawie obliczeń podłoga powinna zapewnić osłonę równoważną osłonie z ołowiu o grubości ok. 1,9 mm.

Istniejąca podłoga zapewnia wymaganą osłonę.

3.6) Obliczenia osłon stałych dla sufitu.

Sufit narażony będzie na promieniowanie rozproszone.

3.6.1) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkanę:

$$\begin{aligned}I &= 650 \text{ [mA]} \\f &= 1,0 \text{ [m]} \\s &= 0,12 \text{ [m}^2\text{]} \\l &= 2,2 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 1 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [h]} = 0,010 \text{ [h]} \\f^2/s &= 8,3\end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (2,2)^2}{0,010 \cdot 650} = 7,4$$

Z rys. 3 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 0,8 mm.

3.6.2) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez ścianę:

$$f = 1,5 \text{ [m]}$$

$$s = 0,18 \text{ [m]}$$

$$l = 2,2 \text{ [m]}$$

$$D = 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,010 \text{ [h]} = 0,010 \text{ [h]}$$

$$I = 650 \text{ [mA]}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = \frac{10 \cdot (2,2)^2 \cdot (1,5)^2}{0,010 \cdot 650 \cdot 0,18} = 149,3$$

Z rys. 4 i tabeli 11 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 0,5 mm.

Na podstawie obliczeń sufit powinien zapewnić osłonę równoważną osłonie z ołowiu o grubości poniżej 0,8 mm.

Istniejący sufit zapewnia wymaganą osłonę.

Zestawienie grubości i rodzajów wymaganych osłon

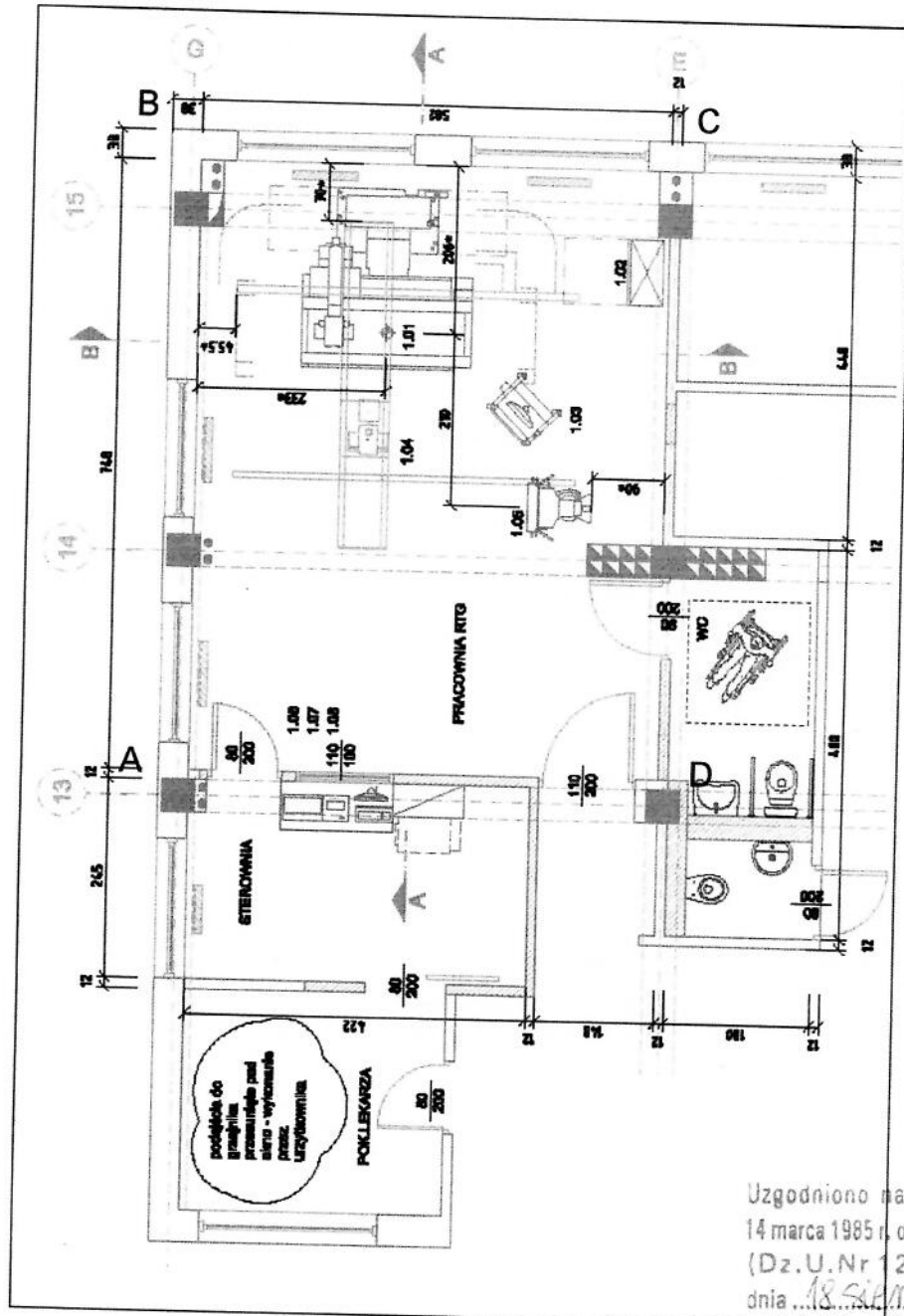
Pediatrycznej Pracowni RTG

Lp.	Osłona	Równoważnik [mm Pb]		Zalecane do uzupełnienia [mm] Pb
		własny	wymagany	
1.	ściana zewnętrzna (AB)	4,0	0,6	-
	okna	-	-	-
2.	ściana zewnętrzna (BC)	2,5	0,3	-
	okna	-	-	-
3.	ściana od strony ciemni i WC (CD)	0,3	1,7	1,5
	drzwi do WC pacjentów	-	1,0	1,0
4.	ściana od strony sterowni i kabiny pacjentów (DA)	0,3	0,6	0,5
	drzwi do sterowni	-	1,0	1,0
	okienko do sterowni	-	1,0	1,0
	drzwi do kabiny pacjentów	-	1,0	1,0
5.	podłoga	2,0	1,9	-
6.	sufit	2,0	0,8	-

4. Uwagi końcowe.

Po zamontowaniu aparatu rtg, ale przed rozpoczęciem jego eksploatacji należy zwrócić się do właściwej terenowo Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej o wykonanie pomiarów osłabienia promieniowania X potwierdzających obliczoną krotność osłabienia promieniowania i poprawność wykonania obliczonych osłon przed promieniowaniem jonizującym oraz wydanie zezwolenia na stosowanie aparatu rtg.





Uzgodniono na podstawie ustawy z dn.
 14 marca 1985 r. o Państwowej Inspekcji Sanitarnej
 (Dz.U.Nr 122, poz. 851 z 2006 r.)
 dnia 18 sierpnia 2006 r.
 Nr. NNZ-9022.17.60.201

Zachodniopomorski Państwowy
 Wojewódzki Inspektor Sanitarny
 w Szczecinie

lek. med. Jerzy Jakubek
 specjalista epidemiolog

AXIOM Iconos R200 90° / 45° - legenda				
Poz.	Konfiguracja	Waga (kg), emisja ciepła do powietrza (W)		
		kg	W	Uwagi
1.01	AXIOM Iconos R200 90° / 45°	1600	500	
1.02	POLYDOROS SX65 - szafa generatora	290	900	
1.03	Wózek z monitorem	85	75	
1.04	Zawieszenie sufitowe lampy RTG 3D TOP 4m	361	100	
1.05	Stojak do zdjęć odległościowych VERTIX TOP	205		
1.06	Konsola kontrolna aparatu	5	24	
1.07	POLYDOROS SX80 - konsola kontrolna generatora	3	20	
1.08	Fluorospot, monitor, klawiatura	89	975	

* - oznaczone wymiary należy odkładać od powierzchni wykończonych ścian (łącznie z warstwami ochrony radiologicznej)

