

19

19/16

egz. Nr 3

**OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH PRZED
PROMIENIOWANIEM RENTGENOWSKIM:**

**Szpital Wojewódzki
Zakład Radiologii
Koszalin, ul. Chałubińskiego 7**

Autor obliczeń:


.....
/mgr inż. Czesław Misiun/

Koszalin kwiecień 2008 r.

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

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

1. Lokalizacja:

Diagnostyczna Pracownia RTG zlokalizowana jest w Zakładzie Radiologii Szpitala Wojewódzkiego w Koszalinie.

Właścicielem Diagnostycznej Pracowni RTG jest Szpital Wojewódzki w Koszalinie.

Zakład Radiologii zlokalizowany jest na pierwszym piętrze budynku.

Ściany i podłoga pracowni RTG przylegają do innych pomieszczeń Szpitala.

2. Cel opracowania:

Sprawdzenie czy istniejące i projektowane przegrody budowlane w pomieszczeniu modernizowanej Diagnostycznej Pracowni RTG stanowią wystarczające osłony, przed promieniowaniem rentgenowskim, pozwalające na uruchomienie w nim diagnostycznego aparatu RTG typu Bucky Diagnost CS firmy PHILIPS z generatorem Optimus 65 kW.

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

Wykonano na podstawie danych uzyskanych od inwestora:

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

Diagnostyczna Pracownia RTG zlokalizowana jest w Zakładzie Radiologii Szpitala Wojewódzkiego w Koszalinie. Pracownia RTG składać się będzie z gabinetu badań o powierzchni ok. 25,6 m², sterowni o powierzchni ok. 6,9 m², kabiny o powierzchni ok. 1,7 m². Projektowana pracownia zlokalizowana jest w modernizowanych pomieszczeniach dotychczas istniejącej pracowni diagnostycznej. Modernizacja polega na zwiększeniu powierzchni pracowni o powierzchnię dotychczasowej sterowni. Sterownia zostanie zlokalizowana w pomieszczeniu dotychczasowej rejestracji.

W pracowni RTG zainstalowany będzie nowy aparat RTG typu Bucky Diagnost CS firmy PHILIPS z generatorem Optimus 65 kW.

W pracowni zapewniona będzie łączność głosowa i wizualna pomiędzy personelem medycznym przebywającym w sterowni a pacjentem przebywającym w gabinecie rentgenowskim. Gabinet rentgenowski wyposażony będzie w wentylację zapewniającą co najmniej 1,5-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny.

Podczas badań w gabinecie rentgenowskim znajdować się będzie tylko badany pacjent.

Zdjęcia wywoływane będą w istniejącej ciemni.

Bezpośrednie sąsiedztwo gabinetu rentgenowskiego stanowią:

- pomieszczenia Szpitala Wojewódzkiego w Koszalinie.

Istniejące ściany posiadają następujące grubości:

a) ściana zewnętrzna z oknami (AB) wykonana jest z cegły pełnej o grubości 45 cm, pokryta warstwą tynku barytobetonowego ($3,2 \text{ g/cm}^3$) o grubości 5 mm.

Ściana stanowi osłonę równoważną ok. 5,0 mm Pb.

b) ściana od strony pokoju przygotowawczego TOMO (BC) wykonana jest z cegły pełnej o grubości 16 cm, pokryta warstwą tynku barytobetonowego ($3,2 \text{ g/cm}^3$) o grubości 10 mm.

Ściana stanowi osłonę równoważną ok. 2,0 mm Pb.

c) ściana od strony korytarza (CD) wykonana jest z cegły pełnej o grubości 40 cm, pokryta warstwą tynku barytobetonowego ($3,2 \text{ g/cm}^3$) o grubości 5 mm.

Ściana stanowi osłonę równoważną ok. 4,0 mm Pb.

W ścianie zamontowane zostaną nowe drzwi dwudzielne na korytarz, które zabezpieczone będą blachą ołowiową o grubości 2 mm.

d) ściana kabiny pacjentów z drzwiami (DE) wykonana będzie z płyt zabezpieczonych blachą ołowiową o grubości 2 mm. Zaplanowane w ścianie nowe drzwi do kabiny pacjentów będą zabezpieczone blachą ołowiową o grubości 2 mm.

e) ściana kabiny pacjentów (EF) wykonana będzie z płyt zabezpieczonych blachą ołowiową o grubości 2 mm.

f) ściana od strony sterowni (FA) wykonana jest z cegły pełnej o grubości 16 cm, część ściany pomiędzy kabiną pacjentów a starą sterownią pokryta warstwą tynku barytobetonowego ($3,2 \text{ g/cm}^3$) o grubości 10 mm.

Ściana (bez tynku barytobetonowego) stanowi osłonę równoważną ok. 1,0 mm Pb.

Ściana (z tynkiem barytobetonowym) stanowi osłonę równoważną ok. 2,0 mm Pb.

W ścianie sterowni zamontowane będzie nowe okienko ze szkła ołowiowego o równoważniku 2 mm Pb i nowe drzwi do sterowni, które będą zabezpieczone blachą ołowiową o grubości 2 mm.

g) podłoga wykonana jest z pustaków ceramicznych Akermana z wylaną płytą betonową o grubości 5 mm, pokryta warstwą tynku barytobetonowego ($3,2 \text{ g/cm}^3$) o grubości 15 mm.

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

h) sufit wykonany jest pustaków ceramicznych Akermana z wylaną płytą betonową o grubości 5 mm, pokryty warstwą tynku barytobetonowego ($3,2 \text{ g/cm}^3$) o grubości 5 mm.

Sufit stanowi osłonę równoważną ok. 1,5 mm Pb.

Wysokość pomieszczeń po obniżeniu sufitu wynosić będzie 3,0 m.

4. Wyposażenie:

W Diagnostycznej Pracowni RTG zainstalowany będzie:

- diagnostyczny aparat RTG typu Bucky Diagnost CS firmy PHILIPS z generatorem Optimus 65 kW.

Montażu urządzenia wraz z zainstalowaniem elektrycznym dokona serwis firmy SIEMENS 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. Diagnostyczna 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 Diagnostycznej 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, Nr 100, poz. 1085 i Nr 154, poz. 1800 oraz z 2002 r. Nr 74, poz. 673 i Nr 135, poz. 1145).
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 24 grudnia 2002 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych oraz sposobu wykonywania kontroli wewnętrznej nad przestrzeganiem tych warunków (Dz. U. Nr 241, poz. 2098 z 31 grudnia 2002 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 cm^2 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.

W Diagnostycznej Pracowni RTG zainstalowany będzie:

- diagnostyczny aparat RTG typu Bucky Diagnost CS firmy PHILIPS z generatorem Optimus 65 kW.

Usytuowanie aparatu zgodne z załączonym rysunkiem.

Dane techniczne aparatu:

$U = 40 - 150 \text{ [kV]}$

$I = 0,2 - 1000 \text{ [mA]}$

wydajność zasilacza przy zdjęciach:

- 900 mA - 70 kV
- 812 mA - 80 kV
- 650 mA - 100 kV
- 520 mA - 125 kV
- 433 mA - 150 kV

możliwość wyboru mAs w zakresie:

- 0,5 mAs do 600 mAs (automatycznie)
- 0,5 mAs do 850 mAs (ręcznie)

czas ekspozycji zdjęciowej:

- 0,001 s do 4 s (automatycznie)

- 0,001 s do 6 s (ręcznie)

filtracja całkowita: 2,0 [mm] Al.

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

W obliczeniach przyjęto następujące parametry pracy generatora: 433 mA, 150 kV.

Czas ekspozycji tygodniowej – $t_0 = 55$ [s] = 0,9 [min] = 0,015 [h].

Połowa ekspozycji wykonywana będzie na stół w stronę podłogi, połowa na ścianę w stronę pomieszczenia pokoju przygotowawczego TOMO. 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.

3.1) Obliczenia osłon stałych dla ściany od strony pokoju przygotowawczego TOMO (BC)
Ściana ta narażona będzie na działanie wiązki pierwotnej promieniowania X i na promieniowanie rozproszone.

3.1.1) – *krotność osłabienia promieniowania przez ścianę:*

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

$$I = 433 \text{ [mA]}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \text{ [min]} = 0,9 \text{ [min]}$$

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

$$l = 1,9 \text{ [m]}$$

$$y = 0,1$$

$$k = \frac{D \cdot I \cdot t}{D \cdot l^2} \cdot y = \frac{0,95 \cdot 433 \cdot 0,9}{0,001 \cdot (1,9)^2} \cdot 0,1 = 10255,3$$

Zgodnie z p. 2.5.1.3. normy grubość wymaganej osłony z ołowiu dla ściany wynosi ok. 2,7 mm.

3.1.1.) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkanke:

$$\begin{aligned} I &= 433 \text{ [mA]} \\ f &= 1,0 \text{ [m]} \\ s &= 0,12 \text{ [m}^2\text{]} \\ l &= 1,5 \text{ [m]} \\ D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\ T &= 1 \\ U &= 1 \\ t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,015 \text{ [h]} = 0,015 \text{ [h]} \\ f^2/s &= 8,3 \end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (1,5)^2}{0,015 \cdot 433} = 3,5$$

Z rys. 3 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 2,0 mm.

3.1.2.) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez podłogę:

$$\begin{aligned} f &= 1,90 \text{ [m]} \\ s &= 0,23 \text{ [m]} \\ l &= 1,5 \text{ [m]} \\ D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\ T &= 1 \\ U &= 1 \\ t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,015 \text{ [h]} = 0,015 \text{ [h]} \\ I &= 433 \text{ [mA]} \end{aligned}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = \frac{10 \cdot (1,5)^2 \cdot (1,90)^2}{0,015 \cdot 433 \cdot 0,23} = 54,4$$

Z rys. 4 i tabeli 11 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi 1,3 mm.

Na podstawie obliczeń ściana powinna zapewnić osłonę równoważną osłonie z ołowiu o grubości ok. 2,7 mm.

Istniejąca ściana nie zapewnia wymaganej osłony.

Ścianę za stojakiem do zdjęć należy zabezpieczyć materiałem o równoważniku 1 mm Pb.

3.2) Obliczenia osłon stałych dla ściany od strony korytarza (CD).

Ściana ta narażona będzie na promieniowanie rozproszone.

3.2.1) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkanke:

$$\begin{aligned} I &= 433 \text{ [mA]} \\ f &= 1,0 \text{ [m]} \\ s &= 0,12 \text{ [m}^2\text{]} \\ l &= 1,7 \text{ [m]} \\ D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\ T &= 1 \\ U &= 1 \\ t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,015 \text{ [h]} = 0,015 \text{ [h]} \\ f^2/s &= 8,3 \end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (1,7)^2}{0,015 \cdot 433} = 4,4$$

Z rys. 3 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 1,9 mm.

3.2.2) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez podłogę:

$$\begin{aligned} f &= 1,90 \text{ [m]} \\ s &= 0,23 \text{ [m]} \\ l &= 1,7 \text{ [m]} \\ D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\ T &= 1 \\ U &= 1 \\ t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,015 \text{ [h]} = 0,015 \text{ [h]} \\ I &= 433 \text{ [mA]} \end{aligned}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = \frac{10 \cdot (1,7)^2 \cdot (1,90)^2}{0,015 \cdot 433 \cdot 0,23} = 69,8$$

Z rys. 4 i tabeli 11 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 1,3 mm.

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

Istniejące ściana zapewnia wymaganą osłonę.

W ścianie zamontowane zostaną nowe drzwi dwudzielne na korytarz, które zabezpieczone będą blachą ołowiową o grubości 2 mm. Projektowane drzwi zapewnią wymaganą osłonę.

3.3) Obliczenia osłon stałych dla ściany kabiny pacjentów z drzwiami (DE) i ściany kabiny pacjentów (EF)

Ściany ta narażone będą na promieniowanie rozproszone.

3.3.1) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkanekę:

$$I = 433 \text{ [mA]}$$

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

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

$$l = 2,0 \text{ [m]}$$

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

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,015 \text{ [h]} = 0,015 \text{ [h]}$$

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

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (2,0)^2}{0,015 \cdot 433} = 6,2$$

Z rys. 3 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 1,9 mm.

3.3.2) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez podłogę:

$$f = 1,90 \text{ [m]}$$

$$s = 0,23 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$l = 2,0 \text{ [m]}$$

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

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,015 \text{ [h]} = 0,015 \text{ [h]}$$

$$I = 433 \text{ [mA]}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = \frac{10 \cdot (2,0)^2 \cdot (1,90)^2}{0,015 \cdot 433 \cdot 0,23} = 96,7$$

Z rys. 4 i tabeli 11 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 1,1 mm.

Na podstawie obliczeń ściany kabiny pacjentów oraz drzwi powinny zapewnić osłonę równoważną osłonie z ołowiu o grubości ok. 1,9 mm.

Projektowane ściany kabiny pacjentów wykonane będą z płyt zabezpieczonych blachą ołowiową o grubości 2 mm. Zaplanowane w ścianie drzwi do kabiny pacjentów będą zabezpieczone blachą ołowiową o grubości 2 mm. Projektowane ściany i drzwi zapewnią wymaganą osłonę

3.4) Obliczenia osłon stałych dla ściany od strony sterowni (FA)
Ściana ta narażona będzie na promieniowanie rozproszone.

3.4.1) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkanę:

$$\begin{aligned} I &= 433 \text{ [mA]} \\ f &= 1,0 \text{ [m]} \\ s &= 0,12 \text{ [m}^2\text{]} \\ l &= 1,5 \text{ [m]} \\ D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\ T &= 1 \\ U &= 1 \\ t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,015 \text{ [h]} = 0,015 \text{ [h]} \\ f^2/s &= 8,3 \end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (1,5)^2}{0,015 \cdot 433} = 3,5$$

Z rys. 3 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 1,9 mm.

3.4.2) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez podłogę:

$$\begin{aligned} f &= 1,90 \text{ [m]} \\ s &= 0,23 \text{ [m]} \\ l &= 1,5 \text{ [m]} \\ D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\ T &= 1 \\ U &= 1 \\ t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,015 \text{ [h]} = 0,015 \text{ [h]} \\ I &= 433 \text{ [mA]} \end{aligned}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = \frac{10 \cdot (1,5)^2 \cdot (1,90)^2}{0,015 \cdot 433 \cdot 0,23} = 54,4$$

Z rys. 4 i tabeli 11 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 1,4 mm.

Na podstawie obliczeń ściana od strony sterowni powinna zapewnić osłonę równoważną osłonie z ołowiu o grubości ok. 1,9 mm.
Istniejącą ścianę od strony sterowni należy na całej powierzchni zabezpieczyć materiałem o równoważniku 1 mm Pb. Zaplanowane w ścianie drzwi do sterowni i okienko kontrole należy wykonać z materiału o równoważniku 2 mm Pb.

3.5) Obliczenia osłon stałych dla ściany zewnętrznej (AB) ze względu na lokalizację pracowni na pierwszym piętrze nie przeprowadzono.

3.6) 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:*

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

$$I = 433 \text{ [mA]}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \text{ [min]} = 0,9 \text{ [min]}$$

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

$$l = 2,6 \text{ [m]}$$

$$y = 0,1$$

$$k = \frac{D \cdot I \cdot t}{D \cdot l^2} \cdot y = \frac{0,95 \cdot 433 \cdot 0,9}{0,001 \cdot (2,6)^2} \cdot 0,1 = 5476,6$$

Zgodnie z p. 2.5.1.3. normy grubość wymaganej osłony z ołowiu dla podłogi wynosi ok. 2,4 [mm].

3.6.2) – *zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkanę:*

$$I = 433 \text{ [mA]}$$

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

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

$$l = 1,6 \text{ [m]}$$

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

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,015 \text{ [h]} = 0,015 \text{ [h]}$$

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

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (1,6)^2}{0,015 \cdot 433} = 3,9$$

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

3.6.3) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez ścianę:

$$\begin{aligned}f &= 1,90 \text{ [m]} \\s &= 0,23 \text{ [m]} \\l &= 1,8 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 1 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0,015 \text{ [h]} = 0,015 \text{ [h]} \\I &= 433 \text{ [mA]}\end{aligned}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = \frac{10 \cdot (1,8)^2 \cdot (1,9)^2}{0,015 \cdot 433 \cdot 0,23} = 78,2$$

Z rys. 4 i tabeli 11 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 1,2 mm.

Na podstawie obliczeń podłoga powinna zapewnić osłonę równoważną osłonie z ołowiu o grubości ok. 2,4 mm.

Istniejąca podłoga zapewnia wymaganą osłonę.

3.7) Obliczenia osłon stałych dla sufitu.

Sufit narażony będzie na promieniowanie rozproszone.

3.7.1) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkanę:

$$\begin{aligned}I &= 433 \text{ [mA]} \\f &= 1,0 \text{ [m]} \\s &= 0,12 \text{ [m}^2\text{]} \\l &= 1,8 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 1 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 0,05 \cdot 0,015 \text{ [h]} = 0,00075 \text{ [h]} \\f^2/s &= 8,3\end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (1,8)^2}{0,00075 \cdot 433} = 99,8$$

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

3.7.2) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez ścianę:

$$\begin{aligned}
 f &= 1,9 \text{ [m]} \\
 s &= 0,23 \text{ [m]} \\
 l &= 1,8 \text{ [m]} \\
 D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\
 T &= 1 \\
 U &= 1 \\
 t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 0,05 \cdot 0,015 \text{ [h]} = 0,00075 \text{ [h]} \\
 I &= 433 \text{ [mA]}
 \end{aligned}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} = \frac{10 \cdot (1,8)^2 \cdot (1,9)^2}{0,00075 \cdot 433 \cdot 0,23} = 1565,9$$

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

Na podstawie obliczeń sufit powinien zapewnić osłonę równoważną osłonie z ołowiu o grubości poniżej 0,6 mm.

Istniejący sufit zapewnia wymaganą osłonę.

Zestawienie grubości i rodzajów wymaganych osłon

Lp.	Osłona	Równoważnik [mm Pb]		Zalecane do uzupełnienia [mm] Pb
		własny	wymagany	
1.	Ściana od pokoju przygotowawczego TOMO (BC)	2,0	2,7	1,0 - za stojakiem do zdjęć
2.	Ściana od strony korytarza (CD)	4,0	1,9	-
	Drzwi	2,0	1,9	-
3.	Ściana kabiny pacjentów (DE)	2,0	1,9	-
	Drzwi kabiny pacjentów	2,0	1,9	-
	Ściana kabiny pacjentów (EF)	2,0	1,9	-
4.	Ściana sterowni (FA)	1,0	1,9	1,0
	Drzwi sterowni	2,0	1,9	-
	Okienko	2,0	1,9	-
5.	Ściana zewnętrzna (AB)	5,0	Nie obliczano	-
	Okna	-	-	-
6.	Podłoga	2,5	2,4	-
7.	Sufit	1,5	0,6	-

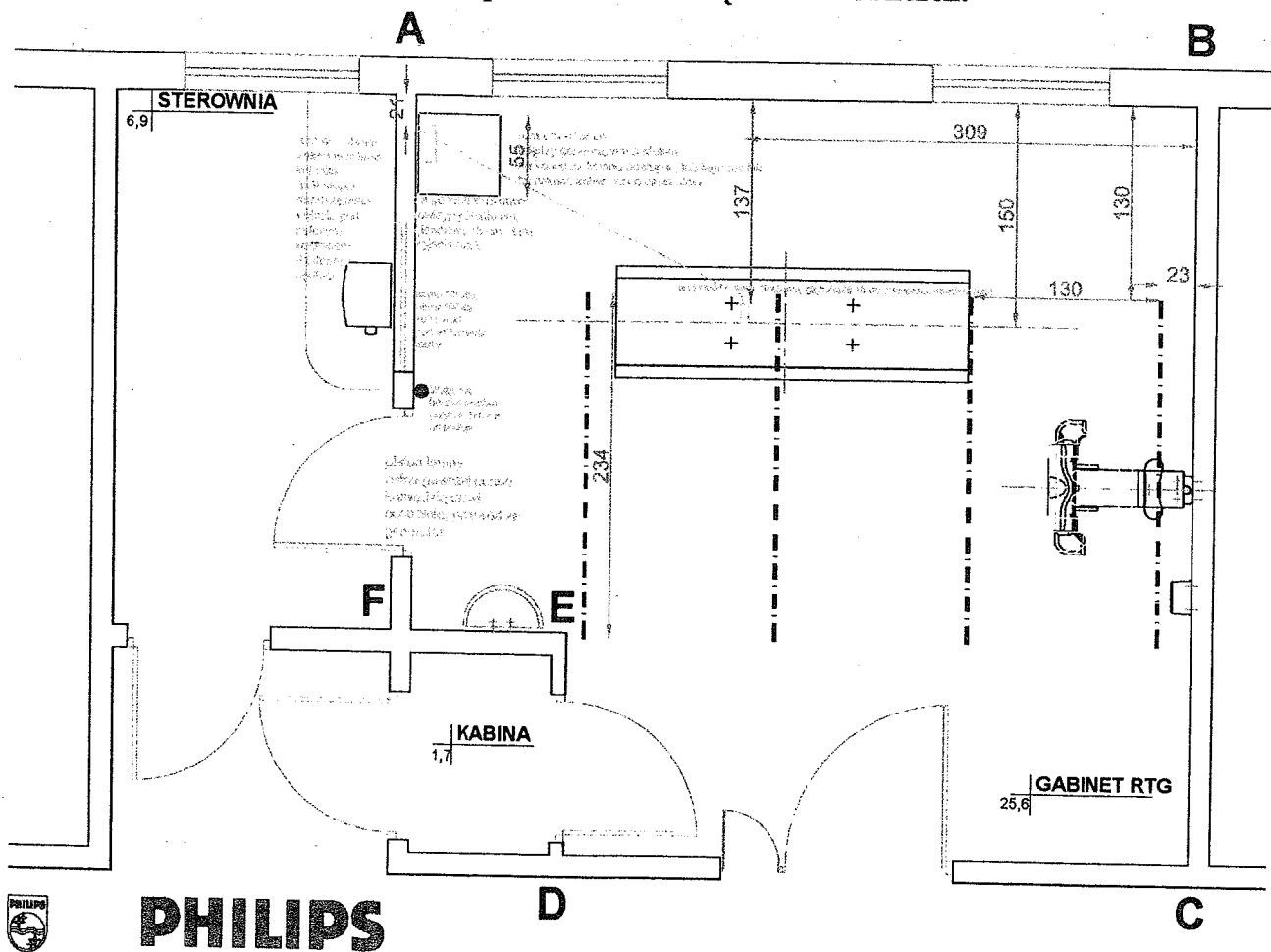
4. Uwagi końcowe.

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.

Czesław Misiun



Usytuowanie aparatu RTG - załącznik do obliczeń.



PHILIPS
Bucky Diagnost, wersja CS