PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ

* OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH *

Zgodnie z PN-86/J-80001

# SZPITAL WOJEWÓDZKI W PRZEMYŚLU
# PRACOWNIA TOMOGRAFII
# 37-700 PRZEMYŚL ul. MONTE CASINO 18

Typ aparatu :

**Tomograf komputerowy – SOMATOM Sensation 16**

Zamawiający :

**Firma Budowlana „MIRO 2"**
**Artur Ziemba, Mirosław Wójtowicz Sp.J.**
**ul. 11–go Listopada 21 ; 38-300 Gorlice**

Wykonawca :

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

Sanok 2006

# SPIS TREŚCI

Strona

I.DANE OGÓLNE 3
I.1. ZAKRES OPRACOWANIA 3
I.2. OPIS POMIESZCZEŃ 3

II.OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH DLA TOMOGRAFU KOMPUTEROWEGO SOMATOM Sensation 16 3
II.1 ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ 3

II.2 OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM PRZEZ PACJENTA 4
II.2.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a sterownią 4
II.2.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a korytarzem 5
II.2.3 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a pomieszczeniem przygotowania pacjenta 5
II.2.4 Obliczenie osłony stropu pomiędzy gabinetem TK a blokiem operacyjnym na II piętrze 6
II.2.5 Obliczenie osłony stropu pomiędzy gabinetem TK a sterylizatornią na parterze 7

II.3 OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM PRZEZ OBUDOWĘ GANTRY 7
II.3.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a sterownią 7
II.3.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a korytarzem 8
II.3.3 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a pomieszczeniem przygotowania pacjenta 8
II.3.4 Obliczenie osłony stropu pomiędzy gabinetem TK a blokiem operacyjnym na II piętrze 9
II.3.5 Obliczenie osłony stropu pomiędzy gabinetem TK a sterylizatornią na parterze 9

II.4 OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM 10
II.4.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a sterownią 10
II.4.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a korytarzem 10
II.4.3 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a pomieszczeniem przygotowania pacjenta 11
II.4.4 Obliczenie osłony stropu pomiędzy gabinetem TK a blokiem operacyjnym na II piętrze 11
II.4.5 Obliczenie osłony stropu pomiędzy gabinetem TK a sterylizatornią na parterze 12
II.4.6 Promieniowanie uboczne – grubości osłon 12

III.MATERIAŁY OCHRONNE 12
IV.PODSUMOWANIE 13
IV.1 OPIS OSŁON STAŁYCH 13
IV.2 ZESTAWIENIE OSŁON STAŁYCH 14
IV.3 UWAGI KOŃCOWE 14

V.ZAŁĄCZNIKI:
1. Plan pracowni rentgenowskiej - Osłony stałe.

# 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 Tomografu Komputerowego SOMATOM Sensation 16 planowanego do zainstalowania w Pracowni Tomografii Szpitala Wojewódzkiego w Przemyślu przy ul. Monte Casino 18 w miejsce tomografu SOMATOM Sensation Cardic.
Dane techniczne i informacje budowlane uzyskano od zleceniodawcy.

## I.2. OPIS POMIESZCZEŃ.

Projektowana Pracownia Tomografii Komputerowej znajduje się w pomieszczeniach Szpitala Wojewódzkiego w Przemyślu przy ul. Monte Casino 18, na I piętrze.
Pomieszczenie gabinetu tomografii komputerowej (TK) o powierzchni 25.7 m$^2$ sąsiaduje z :

a) pomieszczeniem sterowni – ściana pomiędzy gabinetem TK a pomieszczeniem sterowni wykonana jest z płyt kartonowo-gipsowych i blachy ołowiowej o grubości 1.5 mm. Drzwi do sterowni posiadają ochronę z blachy ołowiowej o grubości 1.5 mm Pb. Szyba w ścianie pomiędzy gabinetem TK a pomieszczeniem sterowni posiada grubość o równoważniku 2.0 mm Pb
b) korytarzem – ściana pomiędzy gabinetem TK a korytarzem wykonana jest z płyt kartonowo-gipsowych i blachy ołowiowej o grubości 2.5 mm oraz z cegły dziurawki grubości 12 cm pokrytej tynkiem barytowym grubości 2.0 cm i blachą ołowiową o grubości 1.0 mm. Drzwi na korytarz posiadają ochronę z blachy ołowiowej o grubości 2.5 mm Pb.
c) pomieszczeniem przygotowania pacjenta - ściana pomiędzy gabinetem TK a pomieszczeniem przygotowania pacjenta wykonana jest z płyt kartonowo-gipsowych i blachy ołowiowej o grubości 2.5 mm oraz z cegły dziurawki grubości 12 cm pokrytej tynkiem barytowym grubości 2.0 cm i blachą ołowiową o grubości 1.0 mm.
   Drzwi do pomieszczenia przygotowania pacjenta posiadają ochronę z blachy ołowiowej o grubości 2.5 mm Pb.
d) nad gabinetem TK znajduje się blok operacyjny – strop nad pracownią żelbetowy o łącznej grubości betonu 27 cm.
e) pod gabinetem TK znajduje się pomieszczenie sterylizatorni - strop pod pracownią żelbetowy o łącznej grubości betonu 27 cm.

Wysokość gabinetu TK wynosi 3.05 m.
Ogólny rozkład pomieszczeń przedstawiono na rysunku nr 1.

# II. OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH DLA TOMOGRAFU KOMPUTEROWEGO - SOMATOM Sensation 16

## II.1. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ .

Do obliczeń przyjęto :

a) w ciągu dnia przyjmuje się 20 pacjentów.
b) jednemu pacjentowi wykonuje się 30 skanów .
c) czas jednego skanu wynosi 1.0 sek .
d) badania wykonuje się 5 dni w tygodniu .

e) natężenie prądu anodowego $I_{max} = 250$ mA .
f) napięcie na lampie rtg $U_{max} = 120$ kV .
g) filtracja własna lampy = 5.5 mm Al
h) U - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczonej osłony – U = 1
i) T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu :
- sterownia , blok operacyjny na II piętrze , sterylizatornia na parterze – $T_1 = 1.0$
- korytarz , pomieszczenie przygotowania pacjenta – $T_2 = 0.25$

j) t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia

$$t = T \cdot U \cdot to$$

to - maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jednej zmianie w min.

$$t_1 = 1.0 \cdot 1 \cdot \frac{20 \cdot 30 \cdot 1.0 \cdot 5}{60} \quad ; \quad \mathbf{t_1 = 50 \text{ min} = 0.83 \text{ godz.}}$$

$$t_2 = 0.25 \cdot 1 \cdot \frac{20 \cdot 30 \cdot 1.0 \cdot 5}{60} \quad ; \quad \mathbf{t_2 = 12.5 \text{ min} = 0.21 \text{ godz.}}$$

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

II.2.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a sterownią .

Promieniowanie docierające do sterowni będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D nie może przekroczyć 50% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową D = 100 μGy (kategoria B pracowników – pracujących w terenie nadzorowanym)

$$D' = 0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 100 = 50 \text{ μGy}$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana $C_1$ wynosi :

$$C_1 = \frac{D' \cdot 1 \cdot 1}{t_1 \cdot I} = \frac{50 \cdot 3.0 \cdot 3.0}{0.83 \cdot 250}$$

$$C_1 = 2.15 \text{ μGy} \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$$ gdzie :

l = 3.0 m , odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego
$t_1 = 0.83$ godz , czas narażenia na promieniowanie
I = 250 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 1.5 mm Pb
**Ściana pomiędzy gabinetem TK a sterownią wykonana z płyt kartonowo-gipsowych i blachy ołowiowej o grubości 1.5 mm spełnia wymogi osłony stałej.**

**Szyba ze szkła ołowiowego do sterowni o równoważniku ołowiu 2.0 mm Pb spełnia wymogi osłony stałej.**
**Drzwi do sterowni zabezpieczone blachą ołowiową o grubości 1.5 mm Pb spełniają wymogi osłony stałej.**

II.2.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a korytarzem.

Promieniowanie docierające do korytarza będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D nie może przekroczyć 50% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową D = 17 μGy (dla osób zawodowo nie narażonych na promieniowanie jonizujące).

$$D' = 0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 17 = 8.5\ \mu Gy$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana $C_1$ wynosi :

$$C_1 = \frac{D' \cdot l \cdot l}{t_2 \cdot I} = \frac{8.5 \cdot 2.0 \cdot 2.0}{0.21 \cdot 250}$$

$$C_1 = 0.65\ \mu Gy \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$$ gdzie :

l = 2.0 m , odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego
$t_2$ = 0.21 godz , czas narażenia na promieniowanie
I = 250 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 2.2 mm Pb

**Ściany pomiędzy gabinetem a korytarzem wykonane z płyt kartonowo-gipsowych i blachy ołowiowej o grubości 2.5 mm oraz z cegły dziurawki grubości 12 cm pokrytej tynkiem barytowym o grubości 2.0 cm i blachą ołowiową o grubości 1.0 mm spełniają wymogi osłony stałej.**
**Drzwi na korytarz zabezpieczone blachą ołowiową o grubości 2.5 mm Pb spełniają wymogi osłony stałej.**

II.2.3 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a pomieszczeniem przygotowania pacjenta.

Promieniowanie docierające do pomieszczenia przygotowania pacjenta będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D nie może przekroczyć 50% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową D = 17 μGy (dla osób zawodowo nie narażonych na promieniowanie jonizujące).

$$D' = 0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 17 = 8.5\ \mu Gy$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana $C_1$ wynosi :

$$C_1 = \frac{D' \cdot l \cdot l}{t_2 \cdot I} = \frac{8.5 \cdot 1.5 \cdot 1.5}{0.21 \cdot 250}$$

$$C_1 = 0.36\ \mu Gy \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$$ gdzie :

l = 1.5 m , odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego
$t_2$ = 0.21 godz , czas narażenia na promieniowanie
I = 250 mA , natężenie prądu

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

**Ściany pomiędzy gabinetem a pomieszczeniem przygotowania pacjenta wykonane z płyt kartonowo-gipsowych i blachy ołowiowej o grubości 2.5 mm oraz z cegły dziurawki grubości 12 cm pokrytej tynkiem barytowym o grubości 2.0 cm i blachą ołowiową o grubości 1.0 mm spełniają wymogi osłony stałej.**
**Drzwi do pomieszczenia przygotowania pacjenta zabezpieczone blachą ołowiową o grubości 2.5 mm Pb spełniają wymogi osłony stałej.**

II.2.4 Obliczenie osłony stropu pomiędzy gabinetem TK a blokiem operacyjnym na II piętrze .

Promieniowanie docierające na II piętro będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D nie może przekroczyć 50% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową D = 17 μGy

$$D' = 0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 17 = 8.5\ \mu Gy$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana $C_1$ wynosi :

$$C_1 = \frac{D' \cdot l \cdot l}{t_1 \cdot I} = \frac{8.5 \cdot 2.0 \cdot 2.0}{0.83 \cdot 250}$$

$C_1 = 0.16\ \mu Gy \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$ , gdzie :

l = 2.0 m , odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego
$t_1$ = 0.83 godz , czas narażenia na promieniowanie
I = 250 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 żelbetowy o łącznej grubości betonu 27 cm spełnia wymogi osłony stałej.**

II.2.5 Obliczenie osłony stropu pomiędzy gabinetem TK a sterylizatornią na parterze.

Promieniowanie docierające do sterylizatorni będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D nie może przekroczyć 50% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową D = 17 μGy

$$D' = 0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 17 = 8.5\ \mu Gy$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana $C_1$ wynosi :

$$C_1 = \frac{D' \cdot l \cdot l}{t_1 \cdot I} = \frac{8.5 \cdot 1.0 \cdot 1.0}{0.83 \cdot 250}$$

$C_1 = 0.04\ \mu Gy \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$ , gdzie :

II.3.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a korytarzem.

Przyjmujemy współczynnik y = 0.21

$D' = 0.5 \cdot 17 = 8.5\ \mu Gy$

$l = 2.0\ m$

$f = 0.9\ m$

$S = 0.1\ m^2$

I , t - patrz punkt II.2.2

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

$$C_2 = \frac{8.5 \cdot 2.0 \cdot 2.0 \cdot 0.9 \cdot 0.9}{0.21 \cdot 250 \cdot 0.21 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 25\ \mu Gy \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 25$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 1.4 mm Pb (z Tab.11 przyjęto współczynnik równy 1).

**Osłony opisane w pkt. II.2.2 spełniają powyższe wymagania.**

II.3.3 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a pomieszczeniem przygotowania pacjenta.

Przyjmujemy współczynnik y = 0.21

$D' = 0.5 \cdot 17 = 8.5\ \mu Gy$

$l = 1.5\ m$

$f = 0.9\ m$

$S = 0.1\ m^2$

I , t - patrz punkt II.2.3

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

$$C_2 = \frac{8.5 \cdot 1.5 \cdot 1.5 \cdot 0.9 \cdot 0.9}{0.21 \cdot 250 \cdot 0.21 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 14\ \mu Gy \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 14$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 1.6 mm Pb (z Tab.11 przyjęto współczynnik równy 1).

**Osłony opisane w pkt. II.2.3 spełniają powyższe wymagania.**

II.3.4 Obliczenie osłony stropu pomiędzy gabinetem TK a blokiem operacyjnym na II piętrze .

Przyjmujemy współczynnik y = 0.21

D'= 0.5 · 17 = 8.5 μGy
l = 2.0 m
f = 0.9 m
S = 0.1 $m^2$
I , t - patrz punkt II.2.4

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

$$C_2 = \frac{8.5 \cdot 2.0 \cdot 2.0 \cdot 0.9 \cdot 0.9}{0.83 \cdot 250 \cdot 0.21 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 6.3\ \mu Gy \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2$ = 6.3 odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 1.9 mm Pb (z Tab.11 przyjęto współczynnik równy 1).

**Osłony opisane w pkt. II.2.4 spełniają powyższe wymagania.**

II.3.5 Obliczenie osłony stropu pomiędzy gabinetem TK a sterylizatornią na parterze.

Przyjmujemy współczynnik y = 0.21

D'= 0.5 · 17 = 8.5 μGy
l = 1.0 m
f = 0.9 m
S = 0.1 $m^2$
I , t - patrz punkt II.2.5

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

$$C_2 = \frac{8.5 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.9 \cdot 0.9}{0.83 \cdot 250 \cdot 0.21 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 1.6\ \mu Gy \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2$ = 1.6 odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 2.3 mm Pb (z Tab.11 przyjęto współczynnik równy 1).

**Osłony opisane w pkt. II.2.5 spełniają powyższe wymagania.**

## II.4. OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM.

II.4.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a sterownią .

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

$$Du = \dot{Du} \cdot t \qquad \text{gdzie :}$$

$\dot{Du}$ = 0.8 mGy/h (w odległości 1 m od ogniska lampy) – na podstawie danych producenta (wartość mniejsza od 1.0 mGy/h - określona w § 41 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 r w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanymi w celach medycznych (Dz.U. Nr 173 , poz.1681)

$t_1$ = 0.83 godz. - czas narażenia na promieniowanie

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

$$\dot{Du} = \frac{0.8}{3.0 \cdot 3.0} = 0.089 \text{ mGy/h} \qquad \text{a więc :}$$

$$Du = 0.089 \cdot 0.83 = 0.074 \text{ mGy}$$

Ponieważ blacha ołowiowa o grubości 1.5 mm Pb osłabi promieniowanie X – 1000 razy , dawka promieniowania za osłoną wyniesie :

$$\frac{Du}{k} = \frac{0.074}{1000} \quad ; \qquad \text{Dawka prom.} = 0.074 \ \mu\text{Gy}$$

Dawka ta jest mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 roku w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz.U. Nr 20 , poz. 168).

II.4.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a korytarzem.

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

$$Du = \dot{Du} \cdot t \qquad \text{gdzie :}$$

$\dot{Du}$ = 0.8 mGy/h (w odległości 1 m od ogniska lampy)

$t_2$ = 0.21 godz. - czas narażenia na promieniowanie

$\dot{Du}$ - w odległości 2.0 m wyniesie :

$$\dot{Du} = \frac{0.8}{2.0 \cdot 2.0} = 0.2 \text{ mGy/h} \qquad \text{a więc :}$$

$$Du = 0.2 \cdot 0.21 = 0.042 \text{ mGy}$$

Ponieważ blacha ołowiowa o grubości 2.5 mm Pb osłabi promieniowanie X – 10000 razy , dawka promieniowania za osłoną będzie znacznie mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 roku w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz.U. Nr 20 , poz. 168).

II.4.3 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem TK a pomieszczeniem przygotowania pacjenta.

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

$$\dot{Du} = \dot{Du} \cdot t \qquad \text{gdzie :}$$

$\dot{Du} = 0.8$ mGy/h (w odległości 1 m od ogniska lampy)
$t_2 = 0.21$ godz. - czas narażenia na promieniowanie

$\dot{Du}$ - w odległości 1.5 m wyniesie :

$$\dot{Du} = \frac{0.8}{1.5 \cdot 1.5} = 0.36 \text{ mGy/h} \qquad \text{a więc :}$$

$$Du = 0.36 \cdot 0.21 = 0.076 \text{ mGy}$$

Ponieważ blacha ołowiowa o grubości 2.5 mm Pb osłabi promieniowanie X – 10000 razy , dawka promieniowania za osłoną będzie znacznie mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 roku w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz.U. Nr 20 , poz. 168).

II.4.4 Obliczenie osłony stropu pomiędzy gabinetem TK a blokiem operacyjnym na II piętrze .

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

$$\dot{Du} = \dot{Du} \cdot t \qquad \text{gdzie :}$$

$\dot{Du} = 0.8$ mGy/h (w odległości 1 m od ogniska lampy)
$t_1 = 0.83$ godz. - czas narażenia na promieniowanie

$\dot{Du}$ - w odległości 2.0 m wyniesie :

$$\dot{Du} = \frac{0.8}{2.0 \cdot 2.0} = 0.2 \text{ mGy/h} \qquad \text{a więc :}$$

$$Du = 0.2 \cdot 0.83 = 0.17 \text{ mGy}$$

Ponieważ beton o grubości 27 cm osłabi promieniowanie X ponad 100000 razy , dawka promieniowania za osłoną będzie znacznie mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 roku w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz.U. Nr 20 , poz. 168).

II.4.5 Obliczenie osłony stropu pomiędzy gabinetem TK a sterylizatornią na parterze.

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

$$Du = \dot{D}u \cdot t \qquad \text{gdzie :}$$

$\dot{D}u$ = 0.8 mGy/h (w odległości 1 m od ogniska lampy)
$t_1$ = 0.83 godz. - czas narażenia na promieniowanie

$$Du = 0.8 \cdot 0.83 = 0.66 \text{ mGy}$$

Ponieważ beton o grubości 27 cm osłabi promieniowanie X ponad 100000 razy , dawka promieniowania za osłoną będzie znacznie mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 roku w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz.U. Nr 20 , poz. 168).

II.4.6 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 $\gamma$ 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 $\gamma$ maleje więc znaczenie ołowiu jako materiału ochronnego w porównaniu z innymi materiałami. W naszym przypadku napięcie na lampie rtg nie przekracza 140 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 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.

Ad b) Żelazo ($\rho$ = 7.9 g/cm$^3$) stosuje się zamiennie z ołowiem gdy wymagana osłona z ołowiu jest małej grubości a należy zastosować osłonę o małym ciężarze i małych wymiarach.

Ad c) Szkło ołowiowe ($\rho$ = 3.4-4.6 g/cm$^3$) stosuje się w tych przypadkach gdy osłona ma przepuszczać promieniowania widzialne. Produkowane jest w różnych wymiarach. Należy pamiętać, że wygrawerowana na szkle wartość równoważnika ołowiu dotyczy określonego napięcia na lampie rentgenowskiej.

Ad d) Baryt stosuje się w postaci tynków lub barytobetonu przy budowie osłon stałych przed promieniowaniem o energii do 400 keV. Baryt stosowany przy wykonywaniu osłon zawiera 80-90 % $BaSO_4$ .Baryt dzieli się w zależności od wielkości ziarna na;
- pył barytowy przechodzący całkowicie przez sito z 400 otworami na 1 cm$^2$ ,
- piasek barytowy o średnicy ziarna około 5 mm,
- żwir barytowy o wymiarach 5-10 mm.

Gęstość barytobetonu wykonanego z pyłu barytowego wynosi 2.7 g/cm$^3$, a ze żwiru barytowego - 3.2 g/cm$^3$. Barytobeton w czasie wiązania ulega znacznemu skurczowi. Z tego względu w celu uniknięcia pękania tynków grubość jego nie powinna przekraczać 2.5 cm. Przykładowy skład tynku barytowego o ciężarze właściwym 2.7 g*cm$^3$ jest następujący :

| | |
|---|---|
| - cement (350) | 270 g |
| - mączka barytowa | 2470 g |
| - masa wapienna | 100 g |
| - woda | 210 g |

Ad e) Beton ($\rho$ = 2.1-2.4 g/cm$^3$) jest powszechnie stosowanym materiałem przy budowie ścian ochronnych, szczególnie przy energiach promieniowania ponad 400 keV, gdy różnica w grubości osłony betonowej i wykonanej z barytobetonu staje się niewielka.

Ad f) Cegła ($\rho$ = 1.4-1.9 g/cm$^3$) jest również stosowana jako materiał ochronny. Ściany wykonane z cegły , barytobetonu i betonu pokrywa się tynkiem.

## IV. PODSUMOWANIE

### IV.1. OPIS OSŁON STAŁYCH .

1. Obliczenia osłon stałych zostały wykonane dla maksymalnie stosowanych warunków wykonywania ekspozycji, stosując zasadę ALARA. Obliczenia wykonano uwzględniając istniejące osłony przed promieniowaniem rtg znajdujące się w pracowni. Uwzględniono promieniowanie rozproszone i uboczne w zakresie przewidzianym przez normę. Nie uwzględniono promieniowania pierwotnego z uwagi, że jest ono pochłaniane przez obudowę ochronną aparatu.
2. Do obliczeń osłon przed promieniowaniem rozproszonym i ubocznym w sterowni, na stanowisku pracy operatora aparatu, przyjęto dawkę tygodniową równą dawce granicznej dla osób kategorii B narażenia (pracujących w ter[redacted]

## IV.2. ZESTAWIENIE OSŁON STAŁYCH .

| Lp | Nazwa osłony | Osłona wyliczona | Osłona istniejąca | Osłona dodatkowa |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Sterownia<br>– ściana<br>– szyba<br>– drzwi | 1.5 mm Pb | - ołów 1.5 mm Pb<br>- ołów 2.0 mm Pb<br>- ołów 1.5 mm Pb | - brak<br>- brak<br>- brak |
| 2. | Korytarz<br>– ściana I<br>– ściana II<br>– drzwi | 2.2 mm Pb | - ołów 2.5 mm Pb<br>- baryt 2.0 cm + 1.0 mm Pb<br>- ołów 2.5 mm Pb | - brak<br>- brak<br>- brak |
| 3. | Pomieszczenie przygotowania pacjenta<br>– ściana I<br>– ściana II<br>– drzwi | 2.5 mm Pb | - ołów 2.5 mm Pb<br>- baryt 2.0 cm + 1.0 mm Pb<br>- ołów 2.5 mm Pb | - brak<br>- brak<br>- brak |
| 4. | Strop nad gabinetem | 3.0 mm Pb | - beton 27 cm | - brak |
| 5. | Strop pod gabinetem | 3.5 mm Pb | - beton 27 cm | - brak |

## IV.3. UWAGI KOŃCOWE.

1. W sytuacji planowanego zwiększenia parametrów pracy TK w ciągu tygodnia (czas ekspozycji, natężenie prądu anodowego) należy zastosować ochronę ściany i drzwi do sterowni równą minimum 2.0 mm Pb.
2. 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.
3. W czasie ekspozycji w pracowni nie mogą przebywać osoby postronne .
4. W pracowni powinna znajdować się sprawna wentylacja mechaniczna, nawiewno-wyciągowa.
5. Nad drzwiami do pracowni od strony pomieszczenia przygotowania pacjenta i korytarza należy umieścić oświetlenie ostrzegawcze włączane równocześnie z włączeniem aparatu rtg.
6. Na drzwiach do pracowni od strony korytarza i pomieszczenia przygotowania pacjenta należy umieścić oznakowanie pracowni rentgenowskiej.

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

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



l = 1.0 m , odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego
$t_l$ = 0.83 godz , czas narażenia na promieniowanie
I = 250 mA , natężenie prądu

Grubość ołowiu odczytana z wykresu na rys.3 wynosi 3.5 mm Pb

**Strop żelbetowy o łącznej grubości betonu 27 cm spełnia wymogi osłony stałej.**

## II.3. OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM PRZEZ OBUDOWĘ GANTRY

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