

PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ

*** OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH ***

Zgodnie z PN-86/J-80001

**SZPITAL POWIATOWY w LIMANOWEJ
PRACOWNIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ
34-600 LIMANOWA,
ul. Józefa Piłsudskiego 61**

Typ aparatu :

SOMATON EMOTION 16 EXCEL

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 2011

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011
		strona 2/16

SPIS TREŚCI

	Strona
I.DANE OGÓLNE	
I.1. ZAKRES OPRACOWANIA	3
I.2. OPIS POMIESZCZEŃ	3
II.OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH DLA APARATU SOMATON Emotion Excel	3
II.1 ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ	3
II.2 OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM PRZEZ PACJENTA	4
II.2.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a sterownią	4
II.2.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a korytarzem wewnętrznym	5
II.2.3 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a pokojem przygotowania pacjenta	5
II.2.4 Obliczenie osłony ściany pomiędzy gabinetem CT a klatką schodową	6
II.2.5 Obliczenie osłony ściany zewnętrznej gabinetu CT	6
II.2.6 Obliczenie osłony stropu nad gabinetem CT	7
II.2.7 Obliczenie osłony stropu pod gabinetem CT	7
II.3 OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM PRZEZ OBUDOWĘ GANTRY	8
II.3.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a sterownią	8
II.3.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a korytarzem wewnętrznym	9
II.3.3 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a pokojem przygotowania pacjenta	9
II.3.4 Obliczenie osłony ściany pomiędzy gabinetem CT a klatką schodową	9
II.3.5 Obliczenie osłony ściany zewnętrznej gabinetu CT	10
II.3.6 Obliczenie osłony stropu nad gabinetem CT	10
II.3.7 Obliczenie osłony stropu pod gabinetem CT	11
II.4 OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM	11
II.4.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a sterownią	11
II.4.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a korytarzem wewnętrznym	12
II.4.3 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a pokojem przygotowania pacjenta	13
II.4.4 Obliczenie osłony ściany pomiędzy gabinetem CT a klatką schodową	13
II.4.5 Obliczenie osłony ściany zewnętrznej gabinetu CT	13
II.4.6 Obliczenie osłony stropu nad gabinetem CT	14
II.4.7 Obliczenie osłony stropu pod gabinetem CT	14
II.4.8 Promieniowanie uboczne – grubości osłon	15
III. MATERIAŁY OCHRONNE	15
IV. PODSUMOWANIE	16
IV.1 OPIS OSŁON STAŁYCH	16
IV.2 ZESTAWIENIE OSŁON STAŁYCH	17
IV.3 UWAGI KOŃCOWE	17
V.ZAŁĄCZNIKI;	
1. Plan pracowni - Osłony stałe.	

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011
		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 SOMATON Emotion 16 EXCEL z lampą DURA 422 MV planowanego do zainstalowania w istniejącej Pracowni Tomografii Komputerowej Szpitala Powiatowego w Limanowej przy ul. Józefa Piłsudskiego 61.

Dane techniczne i informacje budowlane uzyskano od zlecniodawcy.

I.2. OPIS POMIESZCZEŃ.

Projektowana Pracownia Tomografii Komputerowej znajduje się w Szpitalu Powiatowym w Limanowej przy ul. Piłsudskiego 61, na wysokim parterze.

Pomieszczenie gabinetu tomografii komputerowej (CT) o powierzchni 26.4 m² sąsiaduje z:

- a) pomieszczeniem sterowni - ściana C-D pomiędzy gabinetem CT a sterownią wykonana jest z cegły dziurawki grubości 12 cm pokrytej tynkiem barytowym o grubości 26 mm, drzwi do sterowni posiadają osłonę z blachy ołowiowej grubości 2 mm Pb,
- b) korytarzem wewnętrznym - ściana B-C pomiędzy gabinetem CT a korytarzem wewnętrznym wykonana jest z cegły dziurawki grubości 12 cm pokrytej tynkiem barytowym o grubości 35 mm, drzwi na korytarz posiadają osłonę z blachy ołowiowej grubości 3 mm Pb,
- c) pokojem przygotowania pacjenta - ściana B-C pomiędzy gabinetem CT a pokojem przygotowania pacjenta wykonana jest z cegły dziurawki grubości 12 cm pokrytej tynkiem barytowym o grubości 35 mm, drzwi do pokoju przygotowania pacjenta posiadają osłonę z blachy ołowiowej grubości 3 mm Pb,
- d) klatką schodową - ściana A-B pomiędzy gabinetem CT a klatką schodową wykonana jest z gazobetonu grubości 50 cm pokrytego tynkiem barytowym grubości 35 mm,
- e) jedna ściana jest ścianą zewnętrzną pracowni - ściana A-D wykonana jest z gazobetonu grubości 50 cm pokrytego tynkiem barytowym grubości 42 mm,
- f) nad gabinetem CT znajdują się gabinety laryngologiczny i okulistyczny - strop nad gabinetem żelbetowy, otworowy o grubości 8 cm betonu i wylewki z barytobetonu grubości 28 mm,
- g) pod gabinetem CT znajdują się pomieszczenia rehabilitacji - strop pod gabinetem żelbetowy, otworowy o grubości 8 cm betonu i wylewki z barytobetonu grubości 28 mm,

Wysokość gabinetu CT wynosi 3.0m. Ogólny rozkład pomieszczeń przedstawiono na rysunku nr 1. Pracownia posiada mechaniczną wentylację nawiewno-wyciągową spełniającą wymagania Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. Nr 180 , poz.1325).

II. OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH DLA APARATU SOMATON Emotion 16 Excel

II.1. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ .

Do obliczeń przyjęto ;

- a) przeciętny czas skanowania wynosi 15 sek,
- b) przeciętna liczba skanów na dobę wynosi 50 ,
- c) badania wykonuje się 5 dni w tygodniu ,
- e) natężenie prądu anodowego $I_{\max} = 200 \text{ mA}$,
- f) napięcie na lampie rtg $U_{\max} = 130 \text{ kV}$,

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011
		strona 4/16

- g) filtracja całkowita = 6.0 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, gabinety lekarskie nad gabinetem, rehabilitacja pod gabinetem – T₁ = 1.0
 - korytarz, pokój przygotowania pacjenta – T₂ = 0.25
 - klatka schodowa, teren za ścianą zewnętrzną – T₃ = 0.05
- j) t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia
- $$t = T \cdot U \cdot t_0$$

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

$$t_1 = 1.0 \cdot 1 \cdot \frac{15 \cdot 50 \cdot 5}{60} ; \quad t_1 = 62.5 \text{ min} = 1.04 \text{ godz}$$

$$t_2 = 0.25 \cdot 1 \cdot \frac{15 \cdot 50 \cdot 5}{60} ; \quad t_2 = 15.625 \text{ min} = 0.26 \text{ godz}$$

$$t_3 = 0.05 \cdot 1 \cdot \frac{15 \cdot 50 \cdot 5}{60} ; \quad t_3 = 3.125 \text{ min} = 0.052 \text{ godz}$$

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

II.2.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a sterownią.

Promieniowanie docierające do sterowni będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D₁ nie może przekroczyć 67.5% dawki granicznej (patrz pkt. IV.1.2). Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową D = 50 μGy (dla osób zatrudnionych przy stosowaniu promieniowania, przebywających w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej, poza gabinetem rtg)

$$D_1 = 0.675 \cdot D = 0.675 \cdot 50 = 33.75 \text{ μGy}$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana C₁ wynosi ;

$$C_1 = \frac{D_1 \cdot l^2}{t_1 \cdot I} = \frac{33.75 \cdot 4.1^2}{1.04 \cdot 200}$$

$$C_1 = 2.7 \text{ μGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \quad \text{gdzie ;}$$

l = 4.1 m , odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego

t₁ = 1.04 godz , czas narażenia na promieniowanie

I = 200 mA , natężenie prądu

f²/s > 2 (f - pkt II.3 ; s – powierzchnia przedmiotu rozpraszającego, na który pada promieniowanie)

Grubość ołowiu odczytana z wykresu na rys.3 wynosi 1.9 mm Pb

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011
		strona 5/16

Ściana (C-D) pomiędzy gabinetem CT a sterownią spełnia wymagania osłony stałej.
Szyba (O1) pomiędzy gabinetem CT a sterownią powinna być wykonana ze szkła ołowiowego o równoważniku ołowiu min. 2.0 mm Pb.
Drzwi (D3) do sterowni, zabezpieczone blachą ołowiową o grubości 2.0 mm Pb, spełniają wymagania osłony stałej.

II.2.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a korytarzem wewnętrznym.

Promieniowanie docierające na korytarz będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D_1 nie może przekroczyć 67.5% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową $D = 8.5 \mu\text{Gy}$ (dla osób z ogółu ludności przebywających w sąsiedztwie).

$$D_1 = 0.675 \cdot D = 0.675 \cdot 8.5 = 5.73 \mu\text{Gy}$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana C_1 wynosi ;

$$C_1 = \frac{D_1 \cdot l^2}{t_2 \cdot I} = \frac{5.73 \cdot 2.7^2}{0.26 \cdot 200}$$

$$C_1 = 0.8 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \quad \text{gdzie ;}$$

$l = 2.7 \text{ m}$, odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego
 $t_2 = 0.26 \text{ godz}$, czas narażenia na promieniowanie

$I = 200 \text{ mA}$, 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 2.4 mm Pb.

Ściana (B-C) pomiędzy gabinetem CT a korytarzem wewnętrznym spełnia wymogi osłony stałej.

Drzwi (D2) na korytarz wewnętrzny, zabezpieczone blachą ołowiową o grubości 3.0 mm Pb, spełniają wymagania osłony stałej

II.2.3 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a pokojem przygotowania pacjenta.

Promieniowanie docierające do pokoju przygotowania pacjenta będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D_1 nie może przekroczyć 67.5% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową $D = 8.5 \mu\text{Gy}$.

$$D_1 = 0.675 \cdot D = 0.675 \cdot 8.5 = 5.73 \mu\text{Gy}$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana C_1 wynosi ;

$$C_1 = \frac{D_1 \cdot l^2}{t_2 \cdot I} = \frac{5.73 \cdot 2.3^2}{0.26 \cdot 200}$$

$$C_1 = 0.58 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \quad \text{gdzie ;}$$

$l = 2.3 \text{ m}$, odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011 strona 6/16
-----------------------------	--	------------------------------

$t_2 = 0.26$ godz , czas narażenia na promieniowanie

$I = 200$ 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 2.6 mm Pb.

Ściana (C-D) pomiędzy gabinetem CT a pokojem przygotowania pacjenta spełnia wymogi osłony stałej.

Drzwi (D1) do pokoju przygotowania pacjenta zabezpieczone blachą ołowiową o grubości 3.0 mm Pb, spełniają wymagania osłony stałej

II.2.4 Obliczenie osłony ściany pomiędzy gabinetem CT a klatką schodową.

Promieniowanie docierające na klatkę schodową będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D_1 nie może przekroczyć 67.5% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową $D = 8.5 \mu\text{Gy}$.

$$D_1 = 0.675 \cdot D = 0.675 \cdot 8.5 = 5.73 \mu\text{Gy}$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana C_1 wynosi ;

$$C_1 = \frac{D_1 \cdot l^2}{t_3 \cdot I} = \frac{5.73 \cdot 2.1^2}{0.052 \cdot 200}$$

$$C_1 = 2.4 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \quad \text{gdzie ;}$$

$l = 2.1$ m , odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego

$t_3 = 0.052$ godz , czas narażenia na promieniowanie

$I = 200$ 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.

Ściana (A-B) pomiędzy gabinetem CT a klatką schodową spełnia wymogi osłony stałej.

II.2.5 Obliczenie osłony ściany zewnętrznej gabinetu CT.

Promieniowanie docierające na zewnątrz gabinetu przez ścianę zewnętrzną będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D_1 nie może przekroczyć 67.5% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową $D = 8.5 \mu\text{Gy}$.

$$D_1 = 0.675 \cdot D = 0.675 \cdot 8.5 = 5.73 \mu\text{Gy}$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana C_1 wynosi ;

$$C_1 = \frac{D_1 \cdot l^2}{t_3 \cdot I} = \frac{5.73 \cdot 1.86^2}{0.052 \cdot 200}$$

$$C_1 = 1.9 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \quad \text{gdzie ;}$$

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011 strona 7/16
-----------------------------	--	------------------------------

$l = 1.86 \text{ m}$, odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego
 $t_3 = 0.052 \text{ godz}$, czas narażenia na promieniowanie
 $I = 200 \text{ mA}$, 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 2.1 mm Pb .

Ściana zewnętrzna (A-D) gabinetu CT spełnia wymogi osłony stałej.

II.2.6 Obliczenie osłony stropu nad gabinetem CT.

Promieniowanie docierające do gabinetu laryngologicznego i okulistycznego nad gabinetem będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D_1 nie może przekroczyć 67.5% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową $D = 8.5 \mu\text{Gy}$.

$$D_1 = 0.675 \cdot D = 0.675 \cdot 8.5 = 5.73 \mu\text{Gy}$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana C_1 wynosi ;

$$C_1 = \frac{D_1 \cdot l^2}{t_1 \cdot I} = \frac{5.73 \cdot 2.0^2}{1.04 \cdot 200}$$

$$C_1 = 0.11 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \quad \text{gdzie ;}$$

$l = 2.0 \text{ m}$, odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego
 $t_1 = 1.04 \text{ godz}$, czas narażenia na promieniowanie
 $I = 200 \text{ mA}$, 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 nad gabinetem spełnia wymogi osłony stałej.

II.2.7 Obliczenie osłony stropu pod gabinetem CT.

Promieniowanie docierające do pomieszczeń rehabilitacji pod gabinetem będzie promieniowaniem rozproszonym, dawka D_1 nie może przekroczyć 67.5% dawki granicznej. Przyjmujemy do obliczeń dawkę tygodniową $D = 8.5 \mu\text{Gy}$.

$$D_1 = 0.675 \cdot D = 0.675 \cdot 8.5 = 5.73 \mu\text{Gy}$$

Zgodnie z 2.5.2.1 normy moc zredukowana C_1 wynosi ;

$$C_1 = \frac{D_1 \cdot l^2}{t_1 \cdot I} = \frac{5.73 \cdot 1.0^2}{1.04 \cdot 200}$$

$$C_1 = 0.03 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \quad \text{gdzie ;}$$

$l = 1.0 \text{ m}$, odległość od osoby rozpraszającej promieniowanie do miejsca osłanianego

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011
		strona 8/16

$t_1 = 1.04$ godz , czas narażenia na promieniowanie

$I = 200$ 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 3.3 mm Pb.

Strop pod gabinetem powinien posiadać dodatkową osłonę z blachy ołowiowej o grubości min. 0.5 mm Pb, w odległości do 1.5 m od punktu centralnego Gantry.

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 :

$$C_2 = \frac{D_2 \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot y \cdot S} \quad \text{gdzie ;}$$

$D_2 = 0.325 \cdot D$ (patrz pkt. IV.1.2)

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 CT a sterownią.

Przyjmujemy współczynnik $y = 0.21$

$$D_2 = 0.325 \cdot 50 = 16.25 \mu\text{Gy}$$

$$l = 4.1 \text{ m}$$

$$f = 0.8 \text{ m}$$

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

I, t - patrz punkt II.2.1

$$C_2 = \frac{D_2 \cdot l^2 \cdot f^2}{t_1 \cdot I \cdot y \cdot S}$$

$$C_2 = \frac{16.25 \cdot 4.1^2 \cdot 0.8^2}{1.04 \cdot 200 \cdot 0.21 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 40.0 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 40.0$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 1.3 mm Pb.

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

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011
		strona 9/16

II.3.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a korytarzem wewnętrznym.

Przyjmujemy współczynnik $y = 0.21$

$$D_2 = 0.325 \cdot 8.5 = 2.77 \mu\text{Gy}$$

$$l = 2.7 \text{ m}$$

$$f = 0.8 \text{ m}$$

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

I, t - patrz punkt II.2.2

$$C_2 = \frac{D_2 \cdot l^2 \cdot f^2}{t_2 \cdot I \cdot y \cdot S}$$

$$C_2 = \frac{2.77 \cdot 2.7^2 \cdot 0.8^2}{0.26 \cdot 200 \cdot 0.21 \cdot 0.1}$$

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

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 11.8$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 1.8 mm Pb.

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

II.3.3 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a pokojem przygotowania pacjenta.

Przyjmujemy współczynnik $y = 0.21$

$$D_2 = 0.325 \cdot 8.5 = 2.77 \mu\text{Gy}$$

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

$$f = 0.8 \text{ m}$$

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

I, t - patrz punkt II.2.3

$$C_2 = \frac{D_2 \cdot l^2 \cdot f^2}{t_2 \cdot I \cdot y \cdot S}$$

$$C_2 = \frac{2.77 \cdot 2.3^2 \cdot 0.8^2}{0.26 \cdot 200 \cdot 0.21 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 8.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 8.5$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 1.9 mm Pb.

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

II.3.4 Obliczenie osłony ściany pomiędzy gabinetem CT a klatką schodową.

Przyjmujemy współczynnik $y = 0.21$

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011
		strona 10/16

$$D_2 = 0.325 \cdot 8.5 = 2.77 \mu\text{Gy}$$

$$l = 2.1 \text{ m}$$

$$f = 0.8 \text{ m}$$

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

I, t - patrz punkt II.2.4

$$C_2 = \frac{D_2 \cdot l^2 \cdot f^2}{t_3 \cdot I \cdot y \cdot S}$$

$$C_2 = \frac{2.77 \cdot 2.1^2 \cdot 0.8^2}{0.052 \cdot 200 \cdot 0.21 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 35.8 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 35.8$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 1.3 mm Pb.

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

II.3.5 Obliczenie osłony ściany zewnętrznej gabinetu CT.

Przyjmujemy współczynnik $y = 0.21$

$$D_2 = 0.325 \cdot 8.5 = 2.77 \mu\text{Gy}$$

$$l = 1.86 \text{ m}$$

$$f = 0.8 \text{ m}$$

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

I, t - patrz punkt II.2.5

$$C_2 = \frac{D_2 \cdot l^2 \cdot f^2}{t_3 \cdot I \cdot y \cdot S}$$

$$C_2 = \frac{2.77 \cdot 1.86^2 \cdot 0.8^2}{0.052 \cdot 200 \cdot 0.21 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 28.0 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 28.0$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 1.4 mm Pb.

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

II.3.6 Obliczenie osłony stropu nad gabinetem CT.

Przyjmujemy współczynnik $y = 0.21$

$$D_2 = 0.325 \cdot 8.5 = 2.77 \mu\text{Gy}$$

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

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011
		strona 11/16

$$f = 0.8 \text{ m}$$

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

$$I, t - \text{patrz punkt II.2.5}$$

$$C_2 = \frac{D_2 \cdot l^2 \cdot f^2}{t_1 \cdot I \cdot y \cdot S}$$

$$C_2 = \frac{2.77 \cdot 2.0^2 \cdot 0.8^2}{1.04 \cdot 200 \cdot 0.21 \cdot 0.1}$$

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

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 1.6$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 2.5 mm Pb.

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

II.3.7 Obliczenie osłony stropu pod gabinetem CT.

Przyjmujemy współczynnik $y = 0.21$

$$D_2 = 0.325 \cdot 8.5 = 2.77 \mu\text{Gy}$$

$$l = 1.0 \text{ m}$$

$$f = 0.8 \text{ m}$$

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

$$I, t - \text{patrz punkt II.2.5}$$

$$C_2 = \frac{D_2 \cdot l^2 \cdot f^2}{t_1 \cdot I \cdot y \cdot S}$$

$$C_2 = \frac{2.77 \cdot 1.0^2 \cdot 0.8^2}{1.04 \cdot 200 \cdot 0.21 \cdot 0.1}$$

$$C_2 = 0.4 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Dla zredukowanej mocy dawki $C_2 = 0.4$ odczytany z rys. 4 równoważnik ołowiu wynosi 2.8 mm Pb.

Oslona opisana w pkt. II.2.7 spełnia powyższe wymagania.

II.4. OBLICZENIA OSŁON PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM.

II.4.1 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a sterownią.

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

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011
		strona 12/16

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

$\dot{D}_u = 1.0 \text{ mGy/h}$ (w odległości 1 m od ogniska lampy) – określona w § 31 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. Nr 180 , poz.1325)
 $t_1 = 1.04 \text{ godz.}$ - czas narażenia na promieniowanie

\dot{D}_u - w odległości 4.1 m wyniesie :

$$\dot{D}_u = \frac{1.0}{4.1^2} = 0.059 \text{ mGy/h} \quad \text{a więc :}$$

$$D_u = 0.059 \cdot 1.04 = 0.061 \text{ mGy}$$

Ponieważ blacha ołowiowa i szyba ze szkła ołowiowego o grubości 2.0 mm Pb osłabi promieniowanie X – 3000 razy , dawka promieniowania za osłoną wyniesie :

$$\frac{D_u}{k} = \frac{0.061}{3000} \quad ; \quad \text{Dawka prom.} = 0.02 \text{ } \mu\text{Gy}$$

Dawka ta jest znacznie mniejsza od 10% dawki określonej 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)

II.4.2 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a korytarzem wewnętrznym.

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

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

gdzie :

$\dot{D}_u = 1.0 \text{ mGy/h}$ (w odległości 1 m od ogniska lampy)
 $t_2 = 0.26 \text{ godz.}$ - czas narażenia na promieniowanie

\dot{D}_u - w odległości 2.7 m wyniesie :

$$\dot{D}_u = \frac{1.0}{2.7^2} = 0.14 \text{ mGy/h} \quad \text{a więc :}$$

$$D_u = 0.14 \cdot 0.26 = 0.036 \text{ mGy}$$

Ponieważ cegła dziurawka grubości 12 cm pokryta tynkiem barytowym o grubości 35 mm osłabi promieniowanie X – 10000 razy, dawka promieniowania za osłoną będzie znacznie mniejsza od 10% dawki określonej 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).

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011 strona 13/16
-----------------------------	--	-------------------------------

II.4.3 Obliczenie osłon pomiędzy gabinetem CT a pokojem przygotowania pacjenta.

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

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

$$\dot{D}_u = 1.0 \text{ mGy/h (w odległości 1 m od ogniska lampy)}$$

$$t_2 = 0.26 \text{ godz. - czas narażenia na promieniowanie}$$

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

$$\dot{D}_u = \frac{1.0}{2.3^2} = 0.19 \text{ mGy/h} \quad \text{a więc :}$$

$$D_u = 0.19 \cdot 0.26 = 0.049 \text{ mGy}$$

Ponieważ cegła dziurawka grubości 12 cm pokryta tynkiem barytowym o grubości 35 mm osłabi promieniowanie X – 10000 razy, dawka promieniowania za osłoną będzie znacznie mniejsza od 10% dawki określonej 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)

II.4.4 Obliczenie osłony ściany pomiędzy gabinetem CT a klatką schodową.

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

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

$$\dot{D}_u = 1.0 \text{ mGy/h (w odległości 1 m od ogniska lampy)}$$

$$t_3 = 0.052 \text{ godz. - czas narażenia na promieniowanie}$$

$$\dot{D}_u - \text{w odległości 2.1 m wyniesie :}$$

$$\dot{D}_u = \frac{1.0}{2.1^2} = 0.23 \text{ mGy/h} \quad \text{a więc :}$$

$$D_u = 0.23 \cdot 0.052 = 0.012 \text{ mGy}$$

Ponieważ ściana wykonana z gazobetonu grubości 50 cm pokrytego tynkiem barytowym grubości 35 mm osłabi promieniowanie X – 10000 razy, dawka promieniowania za osłoną będzie znacznie mniejsza od 10% dawki określonej 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).

II.4.5 Obliczenie osłony ściany zewnętrznej gabinetu CT.

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

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011
		strona 14/16

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

$\dot{D}_u = 1.0 \text{ mGy/h}$ (w odległości 1 m od ogniska lampy)
 $t_3 = 0.052 \text{ godz.}$ - czas narażenia na promieniowanie

\dot{D}_u - w odległości 1.86 m wyniesie :

$$\dot{D}_u = \frac{1.0}{1.86^2} = 0.29 \text{ mGy/h} \quad \text{a więc :}$$

$$D_u = 0.29 \cdot 0.052 = 0.015 \text{ mGy}$$

Ponieważ ściana wykonana z gazobetonu grubości 50 cm pokrytego tynkiem barytowym grubości 42 mm osłabi promieniowanie X – 30000 razy, dawka promieniowania za osłoną będzie znacznie mniejsza od 10% dawki określonej 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).

II.4.6 Obliczenie osłony stropu nad gabinetem CT.

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

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

$\dot{D}_u = 1.0 \text{ mGy/h}$ (w odległości 1 m od ogniska lampy)
 $t_1 = 1.04 \text{ godz.}$ - czas narażenia na promieniowanie

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

$$\dot{D}_u = \frac{1.0}{2.0^2} = 0.25 \text{ mGy/h} \quad \text{a więc :}$$

$$D_u = 0.25 \cdot 1.04 = 0.26 \text{ mGy}$$

Ponieważ strop żelbetowy, otworowy o grubości 8 cm betonu wraz z wylewką z barytobetonu grubości 28 mm osłabia promieniowanie X – 30000 razy, dawka promieniowania za osłoną będzie znacznie mniejsza od 10% dawki określonej 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)

II.4.7 Obliczenie osłony stropu pod gabinetem CT.

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

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

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011
		strona 15/16

$\dot{D}_u = 1.0 \text{ mGy/h}$ (w odległości 1 m od ogniska lampy)
 $t_1 = 1.04 \text{ godz.}$ - czas narażenia na promieniowanie

$$D_u = 1.04 \cdot 1.0 = 1.04 \text{ mGy}$$

Ponieważ strop żelbetowy, otworowy o grubości 8 cm betonu wraz z wylewką z barytobetonu grubości 28 mm osłabia promieniowanie X – 30000 razy, dawka promieniowania za osłoną wyniesie :

$$\frac{D_u}{k} = \frac{1.04}{30000} ; \quad \text{Dawka prom.} = 0.035 \mu\text{Gy}$$

Dawka ta jest znacznie mniejsza od 10% dawki określonej 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)

II.4.8 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 130 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.

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

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011
		strona 16/16

Ad c) Szkło ołowiowe ($\rho = 3.4-4.6 \text{ g/cm}^3$) stosuje się w tych przypadkach gdy osłona ma przepuszczać promieniowania widzialne. Produkowane jest w różnych wymiarach. Należy pamiętać, że wygrawerowana na szkłe 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 pęknięcia 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 ($\rho = 2.1-2.4 \text{ g/cm}^3$) 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 ($\rho = 1.4-1.9 \text{ g/cm}^3$) 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 (Gantry).
2. Do obliczeń osłon przed promieniowaniem rozproszonym i ubocznym przyjęto dawkę tygodniową równą dawce granicznej, zgodnie z § 31 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006r w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. Nr 180, poz.1325). Ponieważ oprócz pacjenta materiałem rozpraszającym jest Gantry (a nie beton lub cegła), przyjęto zgodnie z Tab. 11 normy zależność, że dawka pochodząca od promieniowania rozproszonego przez pacjenta stanowi 67.5 % tygodniowej dawki granicznej, natomiast pochodząca od promieniowania rozproszonego przez Gantry 32.5 % tygodniowej dawki granicznej na podstawie zależności :

$$D_2 = 0.65 \cdot (50\% D) = 0.325 D ;$$

$$D_1 = D - D_2 = 0.675 D$$

- gdzie:

$$D = D_1 + D_2$$

SOMATON EMOTION 16 EXCEL	Szpital Powiatowy w Limanowej Pracownia Tomografii Komputerowej	listopad 2011
		strona 17/16

D₁ – przyjęta dawka tygodniowa do obliczeń osłon przed promieniowaniem rozproszonym przez pacjenta,

D₂ – przyjęta dawka tygodniowa do obliczeń osłon przed promieniowaniem rozproszonym przez Gantry

3. Wymogi ochronności osłon stałych spełniają wszystkie ściany i strop nad gabinetem CT.

IV.2. ZESTAWIENIE OSŁON STAŁYCH.

Lp	Nazwa osłony	Osłona wyliczona	Osłona istniejąca	Osłona dodatkowa
1.	Sterownia – ściana – szyba – drzwi	1.9 mm Pb	- cegła dziurawka 12 cm + baryt 26 mm - 2.0 mm Pb - 2.0 mm Pb	- brak - brak - brak
2.	Korytarz wewnętrzny – ściana – drzwi	2.4 mm Pb	- cegła dziurawka 12 cm + baryt 35 mm - 3.0 mm Pb	- brak - brak
3.	Pokój przygotowania pacjenta – ściana – drzwi	2.6 mm Pb	- cegła dziurawka 12 cm + baryt 35 mm - 3.0 mm Pb	- brak - brak
4.	Klatka schodowa – ściana	2.0 mm Pb	- gazobeton 50 cm + baryt 35 mm	- brak
5.	Ściana zewnętrzna	2.1 mm Pb	- gazobeton 50 cm + baryt 42 mm	- brak
6.	Strop nad gabinetem	3.0 mm Pb	- beton 8 cm + barytobeton 28cm	- brak
7.	Strop pod gabinetem	3.3 mm Pb	- beton 8 cm + barytobeton 28cm	- 0.5 mm Pb

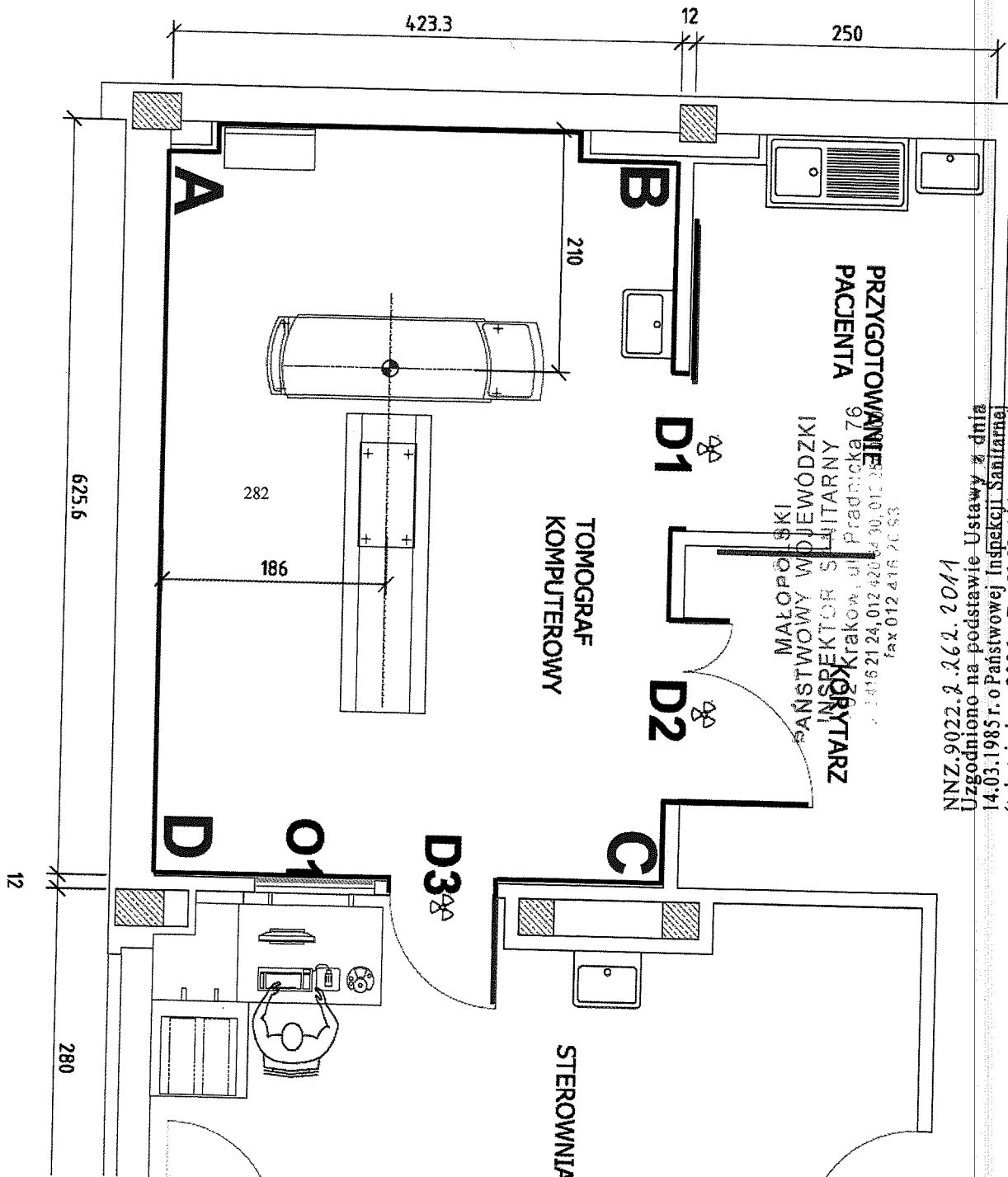
IV.3. UWAGI KOŃCOWE.

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.
2. W czasie ekspozycji w pracowni nie mogą przebywać osoby postronne.
3. Nad drzwiami do gabinetu od strony pokoju przygotowania pacjenta (D1) i korytarza wewnętrznego (D2) należy umieścić oświetlenie ostrzegawcze włączane równocześnie z włączeniem aparatu rtg.
4. Na drzwiach do gabinetu od strony pokoju przygotowania pacjenta (D1) i korytarza wewnętrznego (D2) należy umieścić oznakowanie pracowni rentgenowskiej (wzór; Zał.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 Typu R
w pracowniach stosujących aparaty
rentgenowskie w celach medycznych

mgr inż. Jerzy Chytle

mgr inż. Jerzy Chytle
(zaświadczenie GIS nr 450 R /2009)



NNZ.9022.2.22.2.2011
 Uzgodniono na podstawie Ustawy z dnia
 14.03.1985 r. o Państwowej Inspekcji Sanitarnej
 (tekst jedn. z 2006 r. Dz. U. Nr 122, poz. 851)
 pod warunkiem wprowadzenia
 uwag, opinii z dnia
 Kraków, dnia
 dr hab. med. Rola J. Krakowski

<div>cegła dziurawka 12 cm + baryt 26 mm</div> <div>cegła dziurawka 12 cm + baryt 35 mm</div> <div>gazobeton 50 cm + baryt 35 mm</div> <div>gazobeton 50 cm + baryt 42 mm</div> <div>ołów 2.0 mm</div> <div>ołów 3.0 mm</div> <div>szkło ołowiowe 2.0 mm Pb</div>		<div>Szpital Powiatowy w Limanowej</div> <div>Pracownia Tomografii Komputerowej</div> <div>34-600 Limanowa</div> <div>ul. Józefa Piłsudskiego 61</div>	
RYS.1	SOMATOM EMOTION 16 EXCEL	PLAN PRACOWNI OSŁONY STAŁE	SKALA 1 : 50