

PROJEKT

osłon stałych pomieszczeń
Pracowni TK- Sonatom Emotion Duo
Szpital Brodnica

2008r.

Projekt opracowano w oparciu o:

- Ustawa Prawo Atomowe dnia 29 listopada 2000 r. (Dz.U. nr 3 poz.18 z dnia 18.01.2001r. z późniejszymi zmianami)
- **PN - 86 /J -80001**"Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma"
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18.01.2005r, w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz.U. nr 20 z 2005 r.)
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 25.08 2005 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz.U. nr 194 z 2005 r.)
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 21.08.2006 r, w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. nr 180 z 2006 r.)
- projekt dokumentacji adaptacji pomieszczeń
- informacje przekazane przez wykonawcę
- dane znamionowe i katalogowe aparatów

Wymagana grubość osłon określono na podstawie zawartych danych w tabelach i wykresów.

Obliczeń dokonano za pomocą wzorów:

1.1 Krotność osłabienia promieniowania pierwotnego

$$k = \frac{D^{\circ} \cdot I \cdot t}{D \cdot l^2} \cdot y$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0$$

gdzie:

D° - moc dawki w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA ($\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$)

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej (mA)

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym
(min. $t = T \cdot U \cdot t_0$)

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłoniętym miejscu

U - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczanej osłony

t_0 - maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia (minutach)

D - największa dopuszczalna dawka tygodniowa (mGy)

l - najmniejsza odległość ogniska lampy od osłony w ustalonych warunkach pracy (m)

y - współczynnik osłabiania w ośrodku

1.2 Zredukowana moc dawki służąca do określania grubości osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez tkankę

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} \quad (\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

D - najmniejsza dopuszczalna dawka tygodniowa (mGy)

l - najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od osłony w ustalonych warunkach pracy (m)

t - czas narażenia w ciągu tygodnia na promieniowanie rozproszone (h)
=

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej (mA)

1.3 Zredukowana moc dawki służąca do określenia grubości osłony przed promieniowaniem odbitym przez ścianę.

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} \cdot \frac{f^2}{S} \quad (\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

D - największa dopuszczalna dawka tygodniowa (mGy)

l - najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od osłony w ustalonych warunkach pracy (m)

t - czas narażenia w ciągu tygodnia na promieniowanie rozproszone (h)

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej (mA)

S - rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego na którą pada promieniowanie w odległości f (m^2)

f - odległość przedmiotu rozpraszającego od lampy (m)

2. Dane wyjściowe

Na podstawie danych producenta ,użytkownika , analizy założonego przeznaczenia gabinetu i przyjętego wyposażenia , jak też w oparciu o literaturę przyjęto podane niżej tygodniowe ilości ekspozycji .

2.1 Współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania w osłanianym miejscu T przyjęto zgodnie z norma:

1,00 - dla miejsc stałego przebywania ludzi / miejsca ciągłej pracy, mieszkania itp./

0,25 - dla miejsc czasowo wykorzystanych przez ludzi / korytarze, WC, stołówki itp. /

0,05 - dla miejsc krótkiego czasu przebywania / ulice, place ,klatki, schodowe /

2.2 Współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczonej osłony U przyjęto zgodnie z norma:

1,0 - dla podłóg

1,0 - dla ścian i sufitów , jeśli przewiduje się ich napromieniowanie wiązką główną przy pracach rutynowych

0,25 - dla ścian nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych

0,05 - dla sufitów nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych

2.3. Maksymalna dopuszczalna dawka tygodniowa przyjęta do obliczeń :

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r konstrukcja ścian, stropów , okien drzwi w pracowni rentgenowskiej zabezpieczają osoby pracujące:

- a - w gabinecie rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej **6 milisiwertów (mSv)**
- b - w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej **3 milisiwertów (mSv)**
- c - w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską, także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej **0,5 milisiwertów (mSv)**
- d - w budynkach mieszkalnych ściany zewnętrzne i stropy pracowni zapobiegają otrzymaniu przez osoby z ogółu ludności w roku kalendarzowym dawki przekraczającej wartość **0,1 mSv**

Do obliczeń przyjęto wartości dawek tygodniowe

- a - 0,12 mSv
- b - 0,06 mSv
- c - 0,01 mSv
- d - 2,0 μ Sv

Odpowiada to wartościom tygodniowym dawek pochłoniętych w powietrzu

- a - 104,4 μ Gy
- b - 52,2 μ Gy
- c - 8,7 μ Gy
- d - 1,7 μ Gy

3. Metoda obliczeń

Przy obliczeniach osłon dodatkowych dla całkowitych powierzchni uwzględniono promieniowanie rozproszone w tych kierunkach, gdzie nie może być skierowana wiązka pierwotna albo też jest rozproszona przez ciało pacjenta oraz osłony, w które wyposażony jest aparat.

Wobec braku możliwości ustalenia grubości tkanki prześwietlanej i wypełnienia przez nią pola naświetlenia, przy obliczeniach promieniowania osłony przeliczono wg rozproszenia przez tkankę oraz przez cegłę i przyjęto większą z dwóch wartości.

Przeliczeń dokonano dla wszystkich ścian oraz podłogi i sufitu.

Obliczenia rozpoczęto od ściany łączącej gabinet ze sterownią, a następnie zgodnie z ruchem wskazówek zegara.

Przy podanej wartości osłon należy uwzględnić istniejącą grubość ścian.

Wyniki podano w obowiązujących obecnie jednostkach.

W pracowni na parterze budynku szpitala będzie zainstalowany tomograf

***SOMATON Emotion Duo* firmy Siemens.**

Wysokość pomieszczenia wynosi 3,4 m a powierzchnia 24,9 m².

Powyżej pomieszczenia zabiegowe oddziału szpitala, a poniżej pomieszczenia piwnic.

• Napięcie zasilania	380 – 400 V
• Częstotliwość napięcia zasilania	50/60 Hz
• generator HF	20 kHz
• Maksymalna wartość mocy pobieranej	60,0 kW
• Lampa z anodą wysokoobrotową	tak
• Materiał anody	Rh, Mo
• Pojemność cieplna anody	50 kHU
• Zakres napięcia anodowego aparatu	100-140 kV
• Nominalne napięcie anodowe lampy	130 kV
• Maksymalny prąd anodowy lampy	300 mA
• Zakres czasów ekspozycji	1,0 - 8,0 s
• Nominalny czas ekspozycji	4,0 s
• Filtracja zewnętrzna	automatyczna

Maksymalny czas pracy źródła promieniowania obliczono na podstawie podanej lub też przewidywanej ilości ekspozycji.

Rodzaj osłony	Zabezpieczenie	Równoważnik mm Pb dla napięcia 150 kV (wg.PN-86/J-80001)
Ściana I (ściana wewnętrzna ,wspólna ze sterownią)	32 cm cegła pełna (1,9 g/m ³)	3,4
Ściana II (ściana wewnętrzna, wspólna z pomieszczeniem technicznym)	40 cm cegła pełna (1,9 g/m ³)	≥ 4,0
Ściana III (ściana wewnętrzna, wspólna z WC)	12 cm cegła pełna (1,9 g/m ³)	1,5
Ściana IV (ściana wewnętrzna ,wspólna z WC)	12 cm cegła pełna (1,9 g/m ³)	1,5
Ściana V (ściana wewnętrzna, wspólna z korytarzem)	36 cm cegła pełna (1,9 g/m ³)	3,5
Ściana VI (ściana wewnętrzna ,wspólna z pomieszczeniem przygotowania pacjenta i WC)	25 cm cegła pełna (1,9 g/m ³)	2,5
Ściana VII (ściana wewnętrzna ,wspólna z gabinetem lekarskim)	25 cm cegła pełna (1,9 g/m ³)	2,5
Ściana VIII (ściana zewnętrzna z oknami)	46 cm cegła pełna (1,9 g/m ³)	≥ 4,0
Podłoga (strop dolny)	26 cm żelbeton+ posadzka (2,1 g/m ³)	4,0
Sufit (strop górny)	26 cm żelbeton+ posadzka (2,1 g/m ³)	4,0

Rozmieszczenie aparatu według rys 1.

Warunku prądowe

- U - 130 kV
- I - 250 mA
- D° - moc dawki w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA 0,9 (mGy · min⁻¹ · m² · mA⁻¹) zgodnie z **PN - 86 /J -80001**"Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma" oraz danych producenta
- t_{0[min]} = 200 min - tygodniowy czas pracy aparatu w minutach.

Promieniowanie rozproszone przez tkanę C_1 i cegłę C_2

Osłona	Czas				l	D	C_1
	$t_0 [min]$	U	T	$t [min]$	$[m]$	$[\mu Gy]$	$[\mu Gy m^2 mA^{-1} h^{-1}]$
Ściana I	200	0,25	1	50,00	5,0	8,7	1,0
Ściana I		0,25	1	50,00	5,0	52,2	6,3
Ściana II		0,25	1	50,00	3,4	8,7	0,5
Ściana III		0,25	0,25	12,50	3,4	8,7	1,9
Ściana IV		0,25	0,25	12,50	4,5	8,7	3,4
Ściana V		0,25	0,25	12,50	6,0	8,7	6,0
Ściana VI		0,25	0,25	12,50	3,8	8,7	2,4
Ściana VII		0,25	1	50,00	1,9	8,7	0,2
Ściana VIII		0,25	0,05	2,50	1,6	8,7	2,1
Podłoga		1	0,05	10,00	1,5	8,7	0,5
Sufit		0,05	1	10,00	1,5	8,7	0,5

Osłona	Czas				l	D	C_2
	t_0	U	T	$t [min]$	$[m]$	$[\mu Gy]$	$[\mu Gy m^2 mA^{-1} h^{-1}]$
Ściana I	200	0,25	1	50,00	5,0	8,7	8,7
Ściana I		0,25	1	50,00	5,0	52,2	52,2
Ściana II		0,25	1	50,00	3,4	8,7	4,0
Ściana III		0,25	0,25	12,50	3,4	8,7	16,1
Ściana IV		0,25	0,25	12,50	4,5	8,7	28,2
Ściana V		0,25	0,25	12,50	6,0	8,7	50,1
Ściana VI		0,25	0,25	12,50	3,8	8,7	20,1
Ściana VII		0,25	1	50,00	1,9	8,7	1,3
Ściana VIII		0,25	0,05	2,50	1,6	8,7	17,8
Podłoga		1	0,05	10,00	1,5	8,7	3,9
Sufit		0,05	1	10,00	1,5	8,7	3,9

1. Ściana I (ściana wewnętrzna ,wspólna ze sterownią) ściana z cegły o gr. 32 cm odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 5,0 m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości 3,4 mm)

$$T - 0,25 ;$$

$$U - 1 ;$$

$$D - 8,7 \mu\text{Gy}$$

$$C_1 = 1,0 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 2,8 \text{ mm}$$

$$C_2 = 8,7 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 1,0 \text{ mm}$$

$$T - 0,25 ;$$

$$U - 1 ;$$

$$D - 52,2 \mu\text{Gy}$$

$$C_1 = 6,3 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 1,5 \text{ mm}$$

$$C_2 = 52,2 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 1,0 \text{ mm}$$

2. Ściana II (ściana wewnętrzna, wspólna z pomieszczeniem technicznym) z cegły gr. 40 cm, odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 3,4 m osłoność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości 4,0 mm

$$T - 1 ;$$

$$U - 0,25 ;$$

$$D - 8,7 \mu\text{Gy}$$

$$C_1 = 0,5 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłoność Pb} = 3,0 \text{ mm}$$

$$C_2 = 4,0 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłoność Pb} = 2,0 \text{ mm}$$

3. Ściana III (ściana wewnętrzna, wspólna z WC) - z cegły pełnej gr. 12 cm - odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 3,4 m osłoność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości 1,5 mm)

$$T - 0,25 ;$$

$$U - 0,25 ;$$

$$D - 8,7 \mu\text{Gy}$$

$$C_1 = 1,9 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłoność Pb} = 1,7 \text{ mm}$$

$$C_2 = 16,1 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłoność Pb} = 1,7 \text{ mm}$$

4. Ściana IV (ściana wewnętrzna ,wspólna z WC) – cegła pełna gr. 12 cm, - odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 4,5 m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości 1,5 mm

$$T - 0,25 ;$$

$$U - 0,25 ;$$

$$D - 8,7 \mu\text{Gy}$$

$$C_1 = 3,4 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 1,5 \text{ mm}$$

$$C_2 = 28,2 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 1,3 \text{ mm}$$

5. Ściana V (ściana wewnętrzna, wspólna z korytarzem) ściana z cegły o gr. 36 cm odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 6,0 m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości 3,5 mm)

$$T - 0,25 ;$$

$$U - 0,25 ;$$

$$D - 8,7 \mu\text{Gy}$$

$$C_1 = 6,0 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 1,2 \text{ mm}$$

$$C_2 = 50,1 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 1,2 \text{ mm}$$

6. Ściana VI (ściana wewnętrzna ,wspólna z pomieszczeniem przygotowania pacjenta i WC) ściana z cegły o gr. 25 cm odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 3,8 m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości 2,5 mm

$$T - 0,25 ;$$

$$U - 0,25 ;$$

$$D - 8,7 \mu\text{Gy}$$

$$C_1 = 2,4 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 1,7\text{mm}$$

$$C_2 = 20,1 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 1,7\text{mm}$$

7. Ściana VII (ściana wewnętrzna ,wspólna z gabinetem lekarskim) ściana z cegły o gr. 25 cm odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 1,9m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości 2,5 mm)

$$T - 0,25 ;$$

$$U - 1 ;$$

$$D - 8,7 \mu\text{Gy}$$

$$C_1 > 0,5 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 3,0 \text{ mm}$$

$$C_2 = 1,3 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 2,5 \text{ mm}$$

8. Ściana VIII (ściana zewnętrzna z oknami) ściana z cegły o gr. 46 cm odległość lampy od ściany nie mniejsza niż 1,6 m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości 4,0 mm)

$$T - 0,05 ;$$

$$U - 0,25 ;$$

$$D - 8,7 \mu\text{Gy}$$

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

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 1,7 \text{ mm}$$

$$C_2 = 17,8 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 1,7 \text{ mm}$$

9. Strop dolny , poniżej pomieszczenia piwniczne, gr. 26 cm - odległość lampy od podłogi nie mniejsza niż 1,5 m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości 4,0 mm)

$$T - 1 ;$$

$$U - 0,05 ;$$

$$D - 8,7 \mu\text{Gy}$$

$$C_1 = 0,5 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 3,0 \text{ mm}$$

$$C_2 = 3,9 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 2,7 \text{ mm}$$

10. **Sufit z płyt prefabrykowanych żelbeton gr. 28 cm - odległość lampy od podłogi nie mniejsza niż 1,5 m osłonność własna równoważna jest warstwie ołowiu o grubości 4,1 mm)**

$$T = 0,05 ;$$

$$U = 1 ;$$

$$D = 8,7 \mu\text{Gy}$$

$$C_1 = 0,5 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 3,0 \text{ mm}$$

$$C_2 = 3,9 (\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$$

$$\text{wyliczona osłonność Pb} = 2,7 \text{ mm}$$

WNIOSKI

- *osłona I - grubość istniejącej ściany stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń*
- *osłona II - grubość istniejącej ściany stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń*
- *osłona III - grubość istniejącej ściany nie stanowi wystarczającej osłony, wymaga dodatkowych zabezpieczeń, dodatkowa osłona musi odpowiadać osłonności równoważnej 0,5 mm Pb.*
- *osłona IV - grubość istniejącej ściany stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń*
- *osłona V - grubość istniejącej ściany stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń*
- *osłona VI - grubość istniejącej ściany stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń*
- *osłona VII - grubość istniejącej ściany nie stanowi wystarczającej osłony, wymaga dodatkowych zabezpieczeń, dodatkowa osłona musi odpowiadać osłonności równoważnej 0,5 mm Pb*
- *osłona VIII - grubość istniejącej ściany stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń*
- *podłoga - grubość istniejącego stropu stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń*

- sufit - grubość istniejącego stropu stanowi wystarczającą osłonę, nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń

Istniejące okno sterowni i drzwi do gabinetu rtg muszą odpowiadać osłonności równoważnej 2,0 mm Pb



Zatwierdza

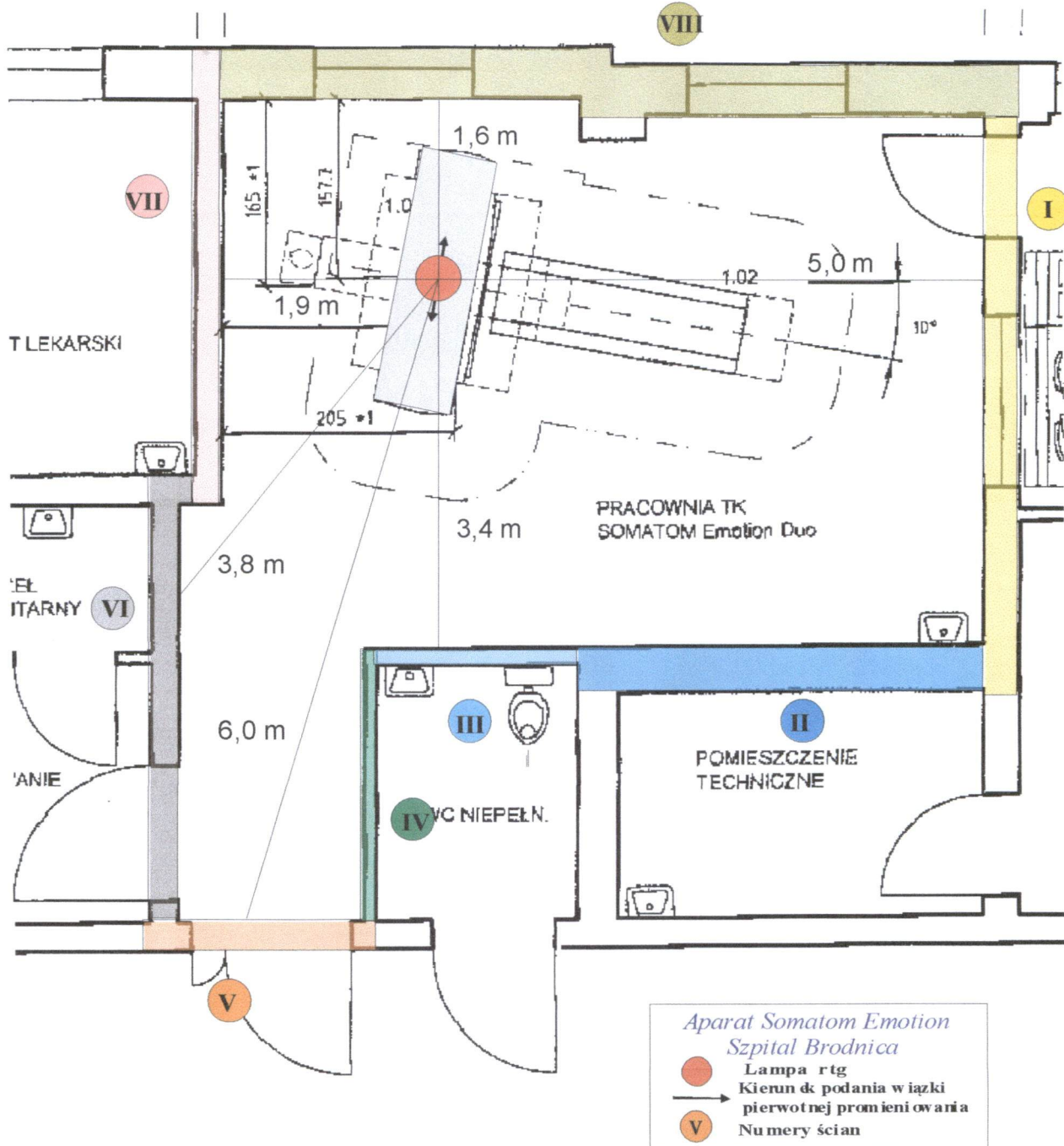
Ugodniono w zakresie wymagań higienicznych i zdrowotnych sekcję postępowaniem - opinią

Projekt osłon stałych pomieszczeń Pracowni TK szpitala w Bydgoszczy

Pracowni TK szpitala w Bydgoszczy

znak: MSSE.N.N.Z.

*27.01.2009
400-bv-19/81/2/17/1/08*



Maria Janaczewska
mgr inż. telekomunikacji
i ochrony środowiska