

196/11

196/11

egz. Nr 4

**OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH PRZED  
PROMIENIOWANIEM RENTGENOWSKIM:**

**Szpital Wojewódzki**

**Zakład Radiologii**

**Pracownia Tomografii Komputerowej**

**Koszalin, ul. Chałubińskiego 7**

*Autor obliczeń:*

  
/mgr inż. Czesław Misiun/

**Koszalin luty 2007 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 Pracowni Tomografii Komputerowej.**

### **1. Lokalizacja:**

Pracownia Tomografii Komputerowej zlokalizowana jest w Zakładzie Radiologii Szpitala Wojewódzkiego w Koszalinie w pomieszczeniu, w którym poprzednio zainstalowany był tomograf komputerowy CT Max 640.

Właścicielem Pracowni Tomografii Komputerowej 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 przegrody budowlane w pomieszczeniu modernizowanej Pracowni Tomografii Komputerowej stanowią wystarczające osłony, przed promieniowaniem rentgenowskim, pozwalające na uruchomienie w nim tomografu komputerowego SOMATOM Sensation 16 firmy SIEMENS – Niemcy.

### **3. Opis technologii wykonywania badań rtg i pomieszczeń przeznaczonych na Pracownię Tomografii Komputerowej.**

Wykonano na podstawie danych uzyskanych od inwestora:

- zawartych w materiałach dotyczących pomieszczeń w których ma być zlokalizowana Pracowni Tomografii Komputerowej.
- zawartych w opisie technicznym zastosowanej aparatury rtg.

Pracownia Tomografii Komputerowej zlokalizowana jest w Zakładzie Radiologii Szpitala Wojewódzkiego w Koszalinie. Pracownia Tomografii Komputerowej składa się z gabinetu badań o powierzchni ok. 26,6 m<sup>2</sup>, sterowni o powierzchni ok. 17,4m<sup>2</sup>. Modernizowana Pracownia Tomografii Komputerowej zlokalizowana jest w pomieszczeniach dotychczas istniejącej Pracowni Tomografii Komputerowej. Modernizacja polega na powiększeniu powierzchni sterowni i wymianie dotychczasowego tomografu komputerowego CT Max 640 na tomograf komputerowy SOMATOM Sensation 16 firmy SIEMENS – Niemcy, który jest zlokalizowany w tym samym gabinecie RTG.

Wysokość pomieszczeń wynosi 3,8 m.

Badanie obejmuje:

1. Przygotowanie pacjenta w gabinecie tomograficznym.
2. Ekspozowanie pacjenta na promieniowanie rentgenowskie w gabinecie tomograficznym.

3. Obróbka otrzymanych danych, rejestracja obrazu techniką cyfrową, opracowanie ostatecznego wyniku badania i archiwizację. Do wykonania dokumentacji zdjęciowej wykorzystana będzie urządzenie laserowe AGFA typu TRYSTAR 5302.

Każdy następny pacjent będzie przygotowywany do badania dopiero, gdy poprzedni opuści gabinet rtg.

Podczas badań nikt z personelu nie będzie znajdować się w gabinecie tomograficznym.

Tomograf komputerowy wyposażony jest w urządzenie zapewniające łączność głosową.

Pracownia Tomografii Komputerowej wyposażona jest w instalację klimatyzacyjną z odzyskiem ciepła (nawiew  $650 \text{ m}^3/\text{h}$ , wywiew  $690 \text{ m}^3/\text{h}$ ).

Pracownia wyposażona jest w lampy ostrzegające o występowaniu promieniowania zainstalowane nad drzwiami wejściowymi do pracowni.

Pracownia wyposażona jest w lampy ostrzegające o występowaniu zasilania generatora, załączające się równocześnie z podaniem napięcia na generator, zainstalowane nad drzwiami wejściowymi do pracowni.

Bezpośrednie sąsiedztwo gabinetu rentgenowskiego stanowią:

- ściany zewnętrzne i pomieszczenia Szpitala Wojewódzkiego w Koszalinie.

Istniejące ściany posiadają następujące grubości:

a) ściana od strony korytarza (AB) wykonana jest z cegły pełnej o grubości 50 cm, pokryta warstwą tynku barytobetonowego ( $3,2 \text{ g/cm}^3$ ) o grubości 10 mm.

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

W ścianie znajdują się drzwi na korytarz zabezpieczone blachą ołowiową o grubości 2 mm.

b) ściana od strony sterowni (BC) wykonana jest z cegły pełnej o grubości 12 cm, pokryta warstwą tynku barytobetonowego ( $3,2 \text{ g/cm}^3$ ) o grubości 10 mm.

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

W ścianie znajdują się drzwi do zabezpieczone blachą ołowiową o grubości 2 mm oraz okienko o równoważniku 2 mm ołowiu (Pb).

c) ściana zewnętrzna z oknami (CD) wykonana jest z cegły pełnej o grubości 50 cm, pokryta warstwą tynku barytobetonowego ( $3,2 \text{ g/cm}^3$ ) o grubości 5 mm.

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

d) ściana zewnętrzna (DA) wykonana jest z cegły pełnej o grubości 50 cm, pokryta warstwą tynku barytobetonowego ( $3,2 \text{ g/cm}^3$ ) o grubości 5 mm.

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

e) 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. 3,5 mm Pb.

f) 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 10 mm.

Sufit stanowi osłonę równoważną ok. 3,0 mm Pb.

Wysokość pomieszczeń wynosi 3,8 m.

#### **4. Wyposażenie:**

W Pracowni Tomografii Komputerowej zainstalowany jest tomograf komputerowy SOMATOM Sensation 16 firmy SIEMENS – Niemcy.

Montażu urządzenia wraz z zainstalowaniem elektrycznym dokonał 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 Pracowni Tomografii Komputerowej.**

### **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  $1 \text{ cm}^2$  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 Pracowni Tomografii Komputerowej zainstalowany jest tomograf komputerowy SOMATOM Sensation 16 firmy SIEMENS – Niemcy.

Usytuowanie aparatu zgodne z załączonym rysunkiem.

Charakteryzuje się on następującymi parametrami:

- Gantry o średnicy 70 cm i pochyleniu  $+30^\circ$  do  $-30^\circ$ ,
- Lampa rtg (ognisko: standard 0,8 mm x 1,2 mm, małe 0,5 mm x 0,7 mm)
- Parametry pracy lampy:

Napięcie U: 80, 120, 140 kV

Natężenie I: 28 - 500 mA

Czasy pełnego skanu: 0,42; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5 s

- Filtracja zewnętrzna: 5,5 mm Al

Do obliczeń przyjęto maksymalne obciążenie robocze  $W = 20000 \text{ [mAmin/tydzień]}$  ( $= 1200000 \text{ [mAs/tydzień]}$ ) – dla tomografu komputerowego (norma niemiecka DIN- 6812).

W obliczeniach przyjęto następujące parametry pracy generatora: 150 mA, 120 kV.

Czas ekspozycji tygodniowej –  $t_0 = 8000 \text{ [s]} = 133,3 \text{ [min]} = 2,2 \text{ [h]}$ .

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 korytarza (AB).

Ściana ta narażona będzie na promieniowanie rozproszone.

##### 3.1.1) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkankę:

$$I = 150 \text{ [mA]}$$

$$f = 0,4 \text{ [m]}$$

$$s = 0,05 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$l = 2,7 \text{ [m]}$$

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

$$T = 0,25$$

$$U = 1$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 0,25 \cdot 1 \cdot 2,2 \text{ [h]} = 0,55 \text{ [h]}$$

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

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (2,7)^2}{0,55 \cdot 150} = 0,9$$

Z rys. 3 PN-86/J-80001 wynika, że wymagana osłona z ołowiu dla promieniowania rozproszonego wynosi ok. 1,8 mm.

Na podstawie obliczeń ściana powinna zapewnić osłonę równoważną osłonie z ołowiu o grubości ok. 1,8 mm.

Istniejąca ściana zapewnia wymaganą osłonę.

Znajdujące się w ścianie drzwi zabezpieczone są blachą ołowiową o grubości 2,0 mm.

#### 3.2) Obliczenia osłon stałych dla ściany od strony sterowni (BA).

Ściana ta narażona będzie na promieniowanie rozproszone.

##### 3.2.1) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkankę:

$$I = 150 \text{ [mA]}$$

$$f = 0,4 \text{ [m]}$$

$$s = 0,05 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$l = 3,6 \text{ [m]}$$

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

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 2,2 \text{ [h]} = 2,2 \text{ [h]}$$

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

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (3,6)^2}{2,2 \cdot 150} = 0,4$$

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

Istniejąca ściana zapewnia wymaganą osłonę.

W ścianie znajdują się drzwi do zabezpieczone blachą ołowiową o grubości 2 mm oraz okienko o równoważniku 2 mm ołowiu (Pb).

### 3.3) Obliczenia osłon stałych dla ścian zewnętrznych (CD) i (DA).

Ściany te narażone będą na promieniowanie rozproszone.

#### 3.3.1) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkankę:

$$I = 150 \text{ [mA]}$$

$$f = 0,4 \text{ [m]}$$

$$s = 0,05 \text{ [m}^2\text{]}$$

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

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

$$T = 0,05$$

$$U = 1$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 0,05 \cdot 1 \cdot 2,2 \text{ [h]} = 0,11 \text{ [h]}$$

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

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (2,0)^2}{0,11 \cdot 150} = 2,4$$

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

Istniejące ściany zapewniają wymaganą osłonę.

Ze względu na odległość sąsiedniego budynku wynoszącą powyżej 20 m okna nie wymagają dodatkowych zabezpieczeń.

### 3.4) Obliczenia osłon stałych dla podłogi.

Podłoga narażona będzie na promieniowanie rozproszone.

$$\begin{aligned}I &= 150 \text{ [mA]} \\f &= 0,4 \text{ [m]} \\s &= 0,05 \text{ [m}^2\text{]} \\l &= 2,9 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 1 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 2,2 \text{ [h]} = 2,2 \text{ [h]} \\f^2/s &= 3,2\end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (2,9)^2}{2,2 \cdot 150} = 0,3$$

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

Istniejąca podłoga zapewnia wymaganą osłonę.

### 3.5) Obliczenia osłon stałych dla sufitu.

Sufit narażony będzie na promieniowanie rozproszone.

#### 3.5.1) – zredukowana moc dawki – rozproszenie przez tkankę:

$$\begin{aligned}I &= 150 \text{ [mA]} \\f &= 0,4 \text{ [m]} \\s &= 0,05 \text{ [m}^2\text{]} \\l &= 2,8 \text{ [m]} \\D &= 0,001 \text{ [cGy]} = 10 \text{ [}\mu\text{Gy]} \\T &= 1 \\U &= 1 \\t &= T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 2,2 \text{ [h]} = 2,2 \text{ [h]} \\f^2/s &= 3,2\end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{10 \cdot (2,8)^2}{2,2 \cdot 150} = 0,2$$

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

Istniejący sufit zapewnia wymaganą osłonę.

#### Zestawienie grubości i rodzajów wymaganych osłon

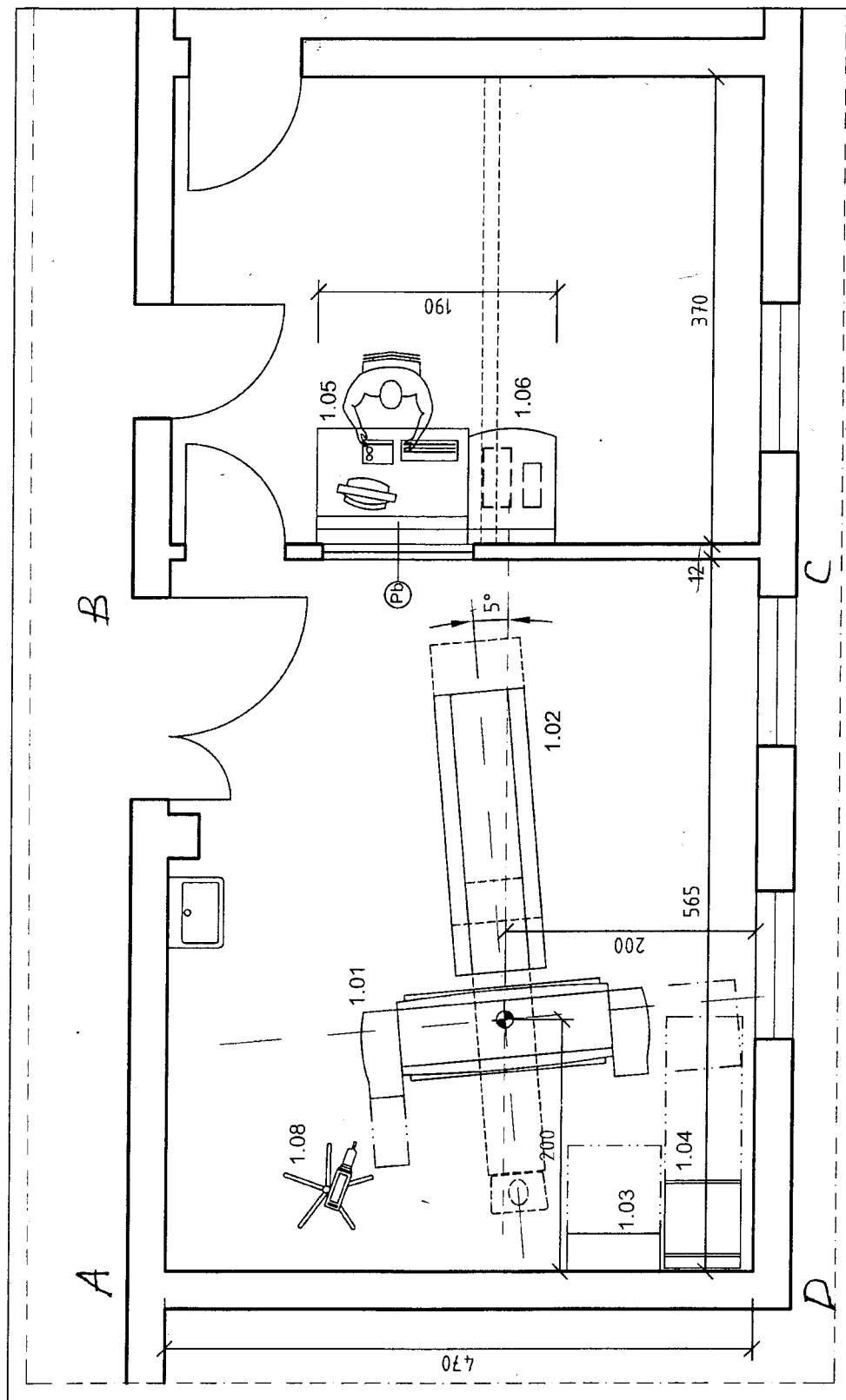
Lp.	Osłona	Równoważnik [mm Pb]		Zalecane do uzupełnienia [mm] Pb
		własny	wymagany	
1.	ściana od strony korytarza (AB)	5,5	1,8	-
	drzwi	2,0	1,8	-
2.	ściana od strony sterowni (BC)	2,5	2,0	-
	drzwi sterowni	2,0	2,0	-
	okienko	2,0	2,0	-
3.	ściana zewnętrzna (CD)	5,0	1,3	-
	okna	-	-	-
4.	podłoga	3,5	2,0	-
5.	sufit	3,0	2,0	-

#### 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



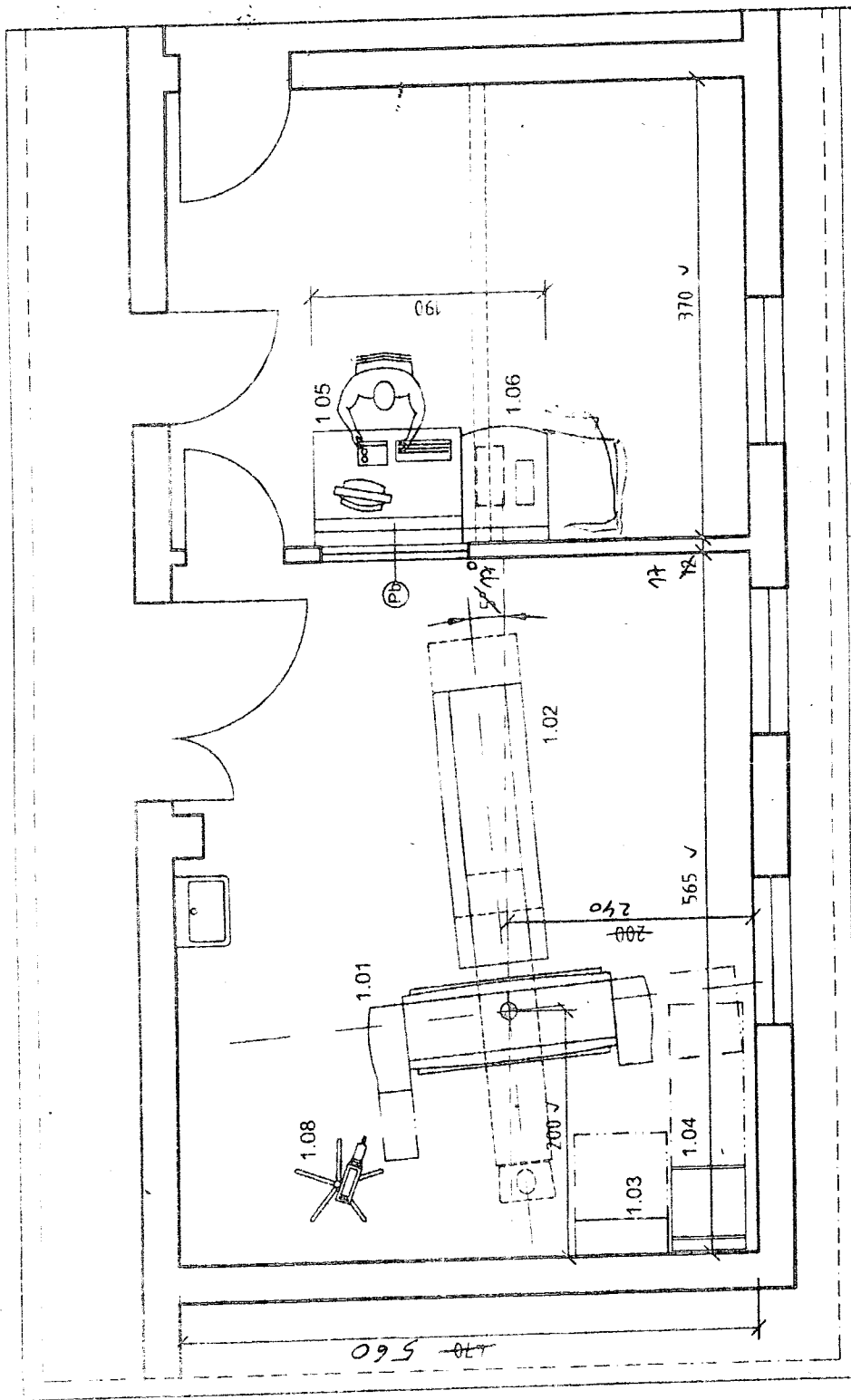


rys w-01  
Soantom Emotion 16  
Usytuowanie aparatu

skala 1:50

	ściana do wyburzenia
	wymagana przestrzeń serwisowa urządzeń
	zakres ruchu aparatu i stołu pacjenta

# PRACOWNIA FOTOGRAFII KOMPUTEROWEJ



rys w-01  
Soamtom Emotion 16  
Usytuowanie aparatu

wysokość pomieszczenia:  
skala 1:50

H = 284

ściana do wyburzenia

wymagana przestrzeń serwisowa urządzeń

zakres ruchu aparatu i stołu pacjenta

INSPEKTOR  
ds. Technicznych  
mgr inż. Wojciech Rychter

Docelowy  
12.06.2015  
Affidea