Projekt: Opis techniczny i obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym

Pracownia Radiologiczna Wronki

ul. Partyzantów 14

Autor opracowania: Adam Czajkowski

Inspektor
Ochrony Radiologicznej
Adam Czajkowski

Nr egz. 3/3

Piła , październik 2008

1. Informacje wstępne

Podstawą opracowania projektu jest zlecenie firmy Meditech sp. z o. o. ul. Majcherka 63. 62 – 070 Dopiewo.

W Pracowni Radiologicznej we Wronkach przy ul. Partyzantów 14, zainstalowany zostanie nowy aparat rtg do zdjęć. Dotychczas używany aparat rtg został zdemontowany.

2. Podstawy prawne

Konieczność wykonania projektu obliczenia osłon stałych jako warunku uzyskania zezwolenia na stosowanie aparatu rtg wynika z Rozporządzenia Rady Ministrów z dn. 3 grudnia 2002 r. (Dz.U. Nr 220 z 2002 r., poz. 1851, zm. Dz.U. Nr 98 z 2004 r., poz. 981) – wśród dokumentów dołączanych do wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności polegającej na uruchamianiu lub stosowaniu aparatów rentgenowskich do celów medycznych wymieniono dokumentację projektową pracowni rentgenowskiej.

Akty prawne:

Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (Dz. U. Nr 3 z 2001 r., poz. 18) **[1]**

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 z 2006 r. poz. 1325) **[2]**

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20 z 2005 r., poz. 168) **[3]**

Polska Norma PN-86/J-80001. Obliczanie osłon stałych **[4]**

Rozporządzenie Rady Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2002 r. w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności (Dz.U. Nr 220 z 2002 r., poz. 1851, zm. Dz.U. Nr 98 z 2004 r., poz. 981) **[5]**

3. Dane do projektu

Projekt opracowano na podstawie:

a) Oświadczenia Zleceniodawcy nt. ilości i rodzaju badań, warunków pracy aparatu rtg podczas wykonywania badań oraz informacji nt. konstrukcji ścian gabinetu oraz pomieszczeń do niego przylegających;

b) Rzutu pomieszczenia dostarczonego przez Zleceniodawcę.

4. Lokalizacja

Pracownia z gabinetem rtg o pow. 38,1 m^2 i wys. 2,50 m zlokalizowana jest na parterze budynku Przychodni Lekarskiej we Wronkach przy ul. Partyzantów 14. W skład pracowni wchodzą również: sterownia o pow. 6,0 m^2, kabina dla pacjenta o pow. 2,8 m^2, ciemnia z korytarzem o łącznej powierzchni 11,2 m^2 oraz poczekalnia. Toalety dla pacjentów znajdują się przy gabinetach lekarskich.

Gabinet sąsiaduje z:

- ściana AB – ciemnia
- ściana BC – poczekalnia i kabina dla pacjentów
- ściana CD – sterownia
- ściana DE – wolna przestrzeń
- ściana EA – wolna przestrzeń - parking
- strop górny – pomieszczenia gospodarcze
- posadzka – brak pomieszczeń

Sposób oznakowania ścian przedstawiono na rys. 1.

5. Konstrukcja murów

Ściany AB, BC i CD wykonane są z bloczków betonowych o grubości 24 cm, ściany DE i EA wykonane są z bloczków betonowych o grubości 36 cm. Strop górny wykonany jest z płyt kanałowych o grubości 24 cm (z otworami o średnicy 19,5 cm). Wszystkie ściany oraz strop górny pokryte są tynkiem z barytobetonu o grubości 2 cm.

6. Typ aparatu

Gabinet wyposażony zostanie w aparat rtg z generatorem typu CMP 200 ze stołem do zdjęć kostnych i statywem do zdjęć płuc. Zdjęcia rejestrowane będą w formie analogowej i wywoływane w istniejącej ciemni.

7. Rodzaj i ilość wykonywanych badań

W gabinecie wykonywane będą:

zdjęcia na statywie do zdjęć płuc – max. 150/miesiąc,

warunki: U = 120 kV, I = 200 mA, 0,02 s, 2,5 mm Al;

zdjęcia na stole – max. 180/miesiąc,

warunki: U = 95 kV, I = 200 mA, 0,7 s; 2,5 mm Al.

8. Wymagania techniczne

8.1. Wymogi dotyczące powierzchni

Zgodnie z § 5 [2] powierzchnia gabinetu rentgenowskiego, w którym zainstalowany jest diagnostyczny zestaw rentgenowski wyposażony w oddzielną lampę nie może być mniejsza niż 15 m^2.

8.2. Wentylacja

Zgodnie z § 10 [2] gabinety rentgenowskie są wyposażone w wentylację zapewniającą co najmniej 1,5 – krotną wymianę powietrza w ciągu godziny.
Opracowanie dokumentacji i wykonanie instalacji wentylacyjnej należy zlecić firmie branżowej. Wydajność wentylacji powinna być potwierdzona protokółem pomiarowym.

8.3. Oświetlenie ostrzegawcze

Zgodnie z § 11 [2] gabinety z diagnostycznymi aparatami rentgenowskimi są wyposażone w ostrzegawczą sygnalizację świetlną umieszczoną nad drzwiami do gabinetu, włączaną równocześnie z zasilaniem generatora.

8.4. Łączność głosowa i wizualna

Zgodnie z § 9 [2] w pracowniach rentgenowskich zapewnia się łączność głosową i wizualną pomiędzy personelem medycznym przebywającym w sterowni a pacjentem przebywającym w gabinecie rentgenowskim.

8.5. Usytuowanie aparatu rtg

Zgodnie z § 8 [2] aparaty rentgenowskie instaluje się tak, aby:

1) był zapewniony swobodny dostęp do pacjenta co najmniej z dwóch stron;
2) odległość źródła promieniowania (ogniska lampy) od najbliższej ściany wynosiła co najmniej 1,5 m przy pionowym kierunku wiązki promieniowania;
3) wiązka promieniowania pierwotnego nie była kierowana w stronę sterowni i drzwi.

9. Obliczenia osłon

W obliczeniach założono, że podczas wykonywania zdjęć na stole do zdjęć kostnych, główna wiązka promieniowania skierowana będzie na posadzkę. Na ściany i strop górny padać będzie promieniowanie rozproszone. Podczas wykonywania zdjęć na statywie do zdjęć płuc, główna wiązka promieniowania skierowana będzie na ścianę DE. Na pozostałe ściany oraz na strop górny i posadzkę padać będzie promieniowanie rozproszone.

Według informacji uzyskanych od zleceniodawcy maksymalny czas pracy lampy rtg będzie wynosił:

- zdjęcia na stole do zdjęć kostnych:

180 zdjęć na m-c x 0,7 s = 126 s/m-c = 29,4 s/tydz. = 0,49 min/tydz. = 0,0082 h/tydz.

- zdjęcia na statywie do zdjęć płuc:

150 zdjęć na m-c x 0,02 s = 3 s/m-c = 0,7 s/tydz. = 0,011 min/tydz. = 0,00019 h/tydz.

W obliczeniach przyjęto dawki określone w [2]:

- dopuszczalna dawka dla osób pracujących w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską oraz dla osób z ogółu ludności wynosi 0,5 mSv/rok tj. 0,001 cGy/tydz. = 8,7 μGy/tydz.,
- dopuszczalna dawka dla osób pracujących w gabinecie rentgenowskim wynosi 6 mSv/rok tj. 0,012 cGy/tydz. = 104,4 μGy/tydz.

9.1. Obliczanie grubości osłon

9.1.1. Czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia

Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia oblicza się wg wzoru:

$t = T \cdot U \cdot t_0$, w którym:

T – współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu.

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

t_0 – maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jednej zmianie, s, min lub h.

Wartości współczynnika T:

1 – dla miejsc stałego przebywania ludzi;

0,25 – dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi;

0,05 – dla miejsc krótkiego przebywania.

Wartości współczynnika U:

1 – dla podłóg;

1 – dla ścian i sufitów, jeżeli 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;

1 – dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym.

9.1.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę

Zredukowaną moc dawki (c_1) oblicza się wg wzoru:

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} \; [\mu Gyh^{-1} m^2 mA^{-1}]$$

D - dawka tygodniowa w cGy, zgodnie z 2.2 [4].

l - najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego, m

t - czas narażenia w ciągu tygodnia, min, wyznaczony zgodnie z 2.3 [4].

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej, mA.

10. Obliczenia

10.1. Obliczenie osłon stałych przed promieniowaniem pierwotnym

10.1.1. Lampa skierowana na statyw do zdjęć płuc

- dla ściany DE (wolna przestrzeń)

$\dot{D} = 1,18\ cGy\ min^{-1}\ m^2\ mA^{-1}$
$T=0,05,\ U=1$
$t= 0,00055\ min$
$l= 1,70\ m$
$y=0,1$
$U= 120\ kV$
$I= 200\ mA$
$D= 0,001\ cGy$

$$k = \frac{\dot{D}\cdot I\cdot t}{D\cdot l^2}\cdot y = \frac{1,18\cdot 200\cdot 0,00055}{0,001\cdot 1,7^2}\cdot 0,10 = 4,49$$

Zgodnie z pkt. 2.5.1.3. i rys. 1 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,5 mm Pb.

10.2. Obliczenie osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym

10.2.1. Lampa skierowana na stół do zdjęć kostnych

- dla ściany AB (ciemnia)

$T=1,\ U=0,25$
$t= 0,00205\ h$
$l= 5,47\ m$
$D= 104,4\ \mu Gy$
$U= 95\ kV$
$I= 200\ mA$

$$c_1 = \frac{D\cdot l^2}{t\cdot I} = \frac{104,4\cdot 5,47^2}{0,00205\cdot 200} = 7619\ \mu Gyh^{-1}m^2mA^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany BC (poczekalnia, kabina dla pacjenta)

$T=0,25,\ U=0,25$
$t= 0,00051\ h$
$l= 2,80\ m$
$D= 8,7\ \mu Gy$
$U= 95\ kV$
$I= 200\ mA$

$$c_1 = \frac{D\cdot l^2}{t\cdot I} = \frac{8,7\cdot 2,80^2}{0,00051\cdot 200} = 669\ \mu Gyh^{-1}m^2mA^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany CD (sterownia)

T=1, U=0,25
t= 0,00205 h
l= 2,80 m
D= 104,4 μGy
U= 95 kV
I= 200 mA

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{104{,}4 \cdot 2{,}80^2}{0.00205 \cdot 200} = 1996\ \mu\mathrm{Gyh^{-1}m^2mA^{-1}}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany DE (wolna przestrzeń)

T=0,05, U=0,25
t= 0,00010 h
l= 3,40 m
D= 8,7 μGy
U= 95 kV
I= 200 mA

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 \cdot 3.40^2}{0.00010 \cdot 200} = 5029\ \mu\mathrm{Gyh^{-1}m^2mA^{-1}}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany EA (wolna przestrzeń - parking)

T=0,25, U=0,25
t= 0,00051 h
l= 1,5 m
D= 8,7 μGy
U= 95 kV
I= 200 mA

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8{,}7 \cdot 1{,}5^2}{0{,}00051 \cdot 200} = 192\ \mu\mathrm{Gyh^{-1}m^2mA^{-1}}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,2 mm Pb.

- dla stropu górnego (pomieszczenia gospodarcze)

T=1, U=0,05
t= 0,00041 h
l= 0,70 m
D= 8,7 μGy
U= 95 kV
I= 200 mA

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8{,}7 \cdot 0{,}7^2}{0{,}00041 \cdot 200} = 52\ \mu Gyh^{-1}m^2mA^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,4 mm Pb.

10.2.2. Lampa skierowana na statyw do zdjęć płuc

- dla ściany AB (ciemnia)

T=1, U=0,25
t= 0,000048 h
l= 7,17 m
D= 104,4 μGy
U= 120 kV
I= 200 mA

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{104{,}4 \cdot 7{,}17^2}{0{,}000048 \cdot 200} = 559072\ \mu Gyh^{-1}m^2mA^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany BC (poczekalnia, kabina dla pacjenta

T=0,25, U=0,25
t= 0,000012 h
l= 2,80 m
D= 8,7 μGy
U= 120 kV
I= 200 mA

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8{,}7 \cdot 2{,}80^2}{0{,}000012 \cdot 200} = 2842\ \mu Gyh^{-1}m^2mA^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany CD (sterownia)

T=1, U=0,25
t= 0,000048 h
l= 2,80 m
D= 104,4 μGy
U= 120 kV
I= 200 mA

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{104{,}4 \cdot 2{,}80^2}{0{,}000048 \cdot 200} = 85260\ \mu Gyh^{-1}m^2mA^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla ściany EA (wolna przestrzeń - parking)

T=0,25, U=0,25
t= 0,000012 h

l= 1,50 m
D= 8,7 μGy
U= 120 kV
I= 200 mA

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8{,}7 \cdot 1{,}50^2}{0{,}000012 \cdot 200} = 8156\ \mu Gyh^{-1}m^2mA^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

- dla stropu górnego (pomieszczenia gospodarcze)

T=1, U=0,05
t= 0,000009 h
l= 1,00 m
D= 8,7 μGy
U= 120 kV
I= 200 mA

$$c_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8{,}7 \cdot 1{,}00^2}{0{,}000009 \cdot 200} = 4833\ \mu Gyh^{-1}m^2mA^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.2. i rys.3 [4] grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0,1 mm Pb.

11. Zestawienie grubości osłon

Miejsce osłaniane	Wymagana grubość osłony z różnych materiałów				Istniejąca grubość osłony
	Pb [mm]	Cegła pełna o gęstości 1.9 g/cm^3 [mm]	Beton o gęstości 2.2 g/cm^3 [mm]	Barytobeton o gęstości 3.2 g/cm^3 [mm]	
Ściana AB	0,1	10	7.5	1,4	Bloczki betonowe o gr. 240 mm., dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 20 mm.
Ściana BC	0,1	10	7,5	1,4	- Bloczki betonowe o gr. 240 mm., dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 20 mm.
Drzwi d1 i d2 w ścianie BC	0,1	-	-	-	-
Ściana CD	0,1	10	7,5	1,4	Bloczki betonowe o gr. 240 mm., dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 20 mm.
Drzwi d3 w ścianie CD	0,1	-	-	-	-
Okienko o1 w ścianie CD	0,1	-	-	-	-
Ściana DE	0,5	110	51	10	Bloczki betonowe o gr. 360 mm., dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 20 mm.
Ściana EA	0,2	20	15	2,8	Bloczki betonowe o gr. 360 mm., dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 20 mm.
Strop górny	0,4	40	30	5,6	Betonowa płyta kanałowa o gr. 240 mm (otwory o średnicy 195 mm), dodatkowo tynk z barytobetonu o gr. 20 mm.

12. Wnioski końcowe

Ściany oraz stropy nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia.

W okienku o1 w ścianie CD należy zastosować szybę ze szkła o równoważniku co najmniej 0,1 mm Pb.

W drzwiach d1, d2 i d3,należy zastosować materiał o równoważniku Pb podanym w zestawieniu, np. obić je blachą ołowianą.

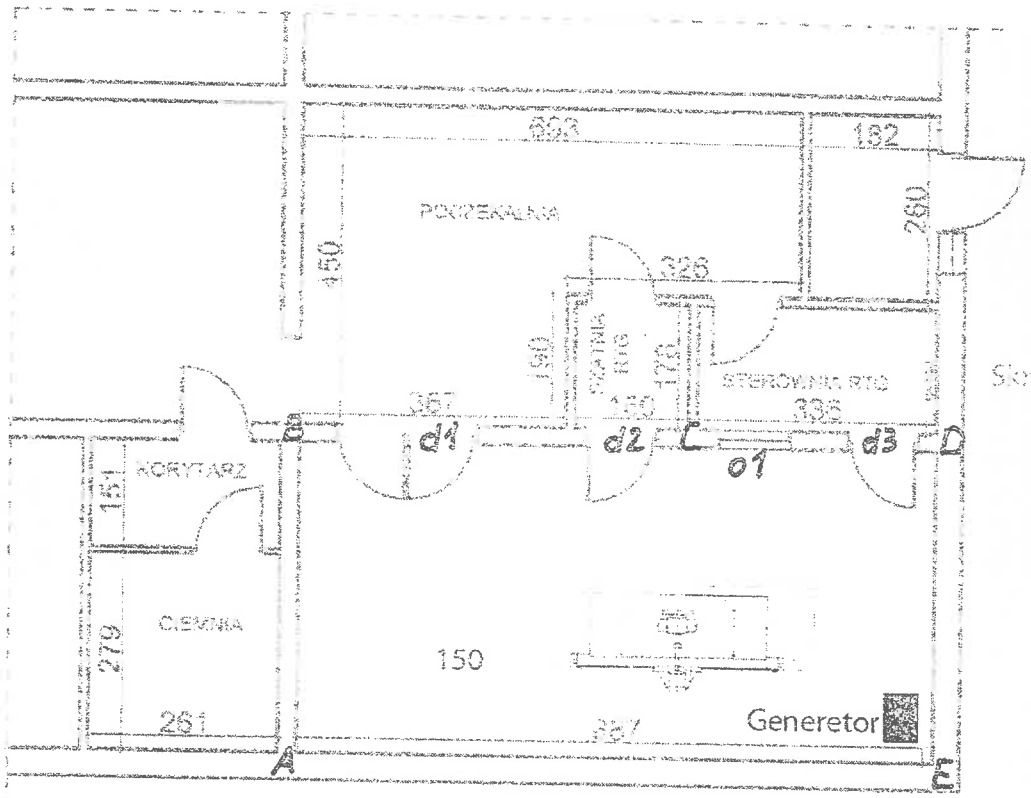
Drzwi i okienko w sterowni powinny być zamontowane w sposób nie powodujący braku ciągłości osłony. W razie potrzeby, do zabezpieczenia ewentualnych szczelin należy użyć blachy ołowianej o równoważniku odpowiednim dla danej osłony (wg. zestawienia) wykonując połączenie „na zakładkę".

W przypadku obecności w ścianach wolnych przestrzeni (np. puszek instalacji elektrycznej), należy zabezpieczyć je blachą ołowianą (wg. zestawienia), jeżeli zmniejszona grubość ściany jest w tych miejscach mniejsza od wymaganej w zestawieniu grubości osłon.

Uwaga: Obliczenia wykonano na podstawie danych dostarczonych przez zleceniodawcę. Z uwagi na brak danych nt. gęstości materiałów zastosowanych w istniejących osłonach oraz na brak danych dotyczących stanu technicznego osłon, niezbędne jest wykonanie pomiarów dozymetrycznych potwierdzających ich skuteczność. W przypadku nie spełniania przez istniejące osłony wymaganej ochronności należy zastosować osłony podane w zestawieniu.

Autor opracowania: Adam Czajkowski

Rys. 1 Pracownia Radiologiczna Wronki – rzut pomieszczeń



Inspektor
Ochrony Radiologicznej
Adam Czajkowski

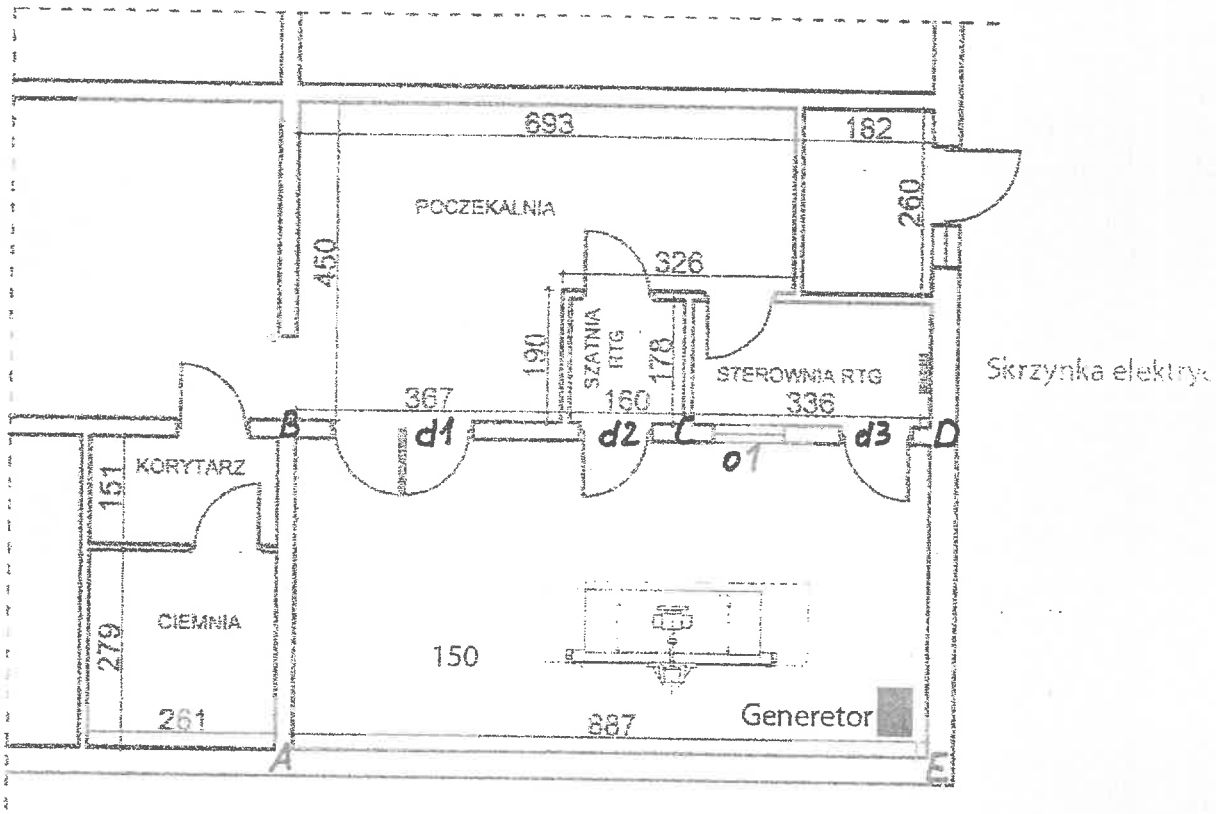
Rys. 1 Pracownia Radiologiczna Wronki – rzut pomieszczeń

Zaopiniowano na podstawie ustawy z dnia 14 marca 1985 r. o Państwowej Inspekcji Sanitarnej (Dz.U. 2006 Nr 122, poz. 851 ze zm.)

nr NS-72/8-39/08 z dnia 07.11.08

Wojewódzki Inspektor Sanitarny w Poznaniu

dr n. med. Andrzej Trybusz



Inspektor Ochrony R... ...ej

Adam Cz...