

inż. Krzysztof Salasiński
Pielrkawska 204-327, 90-007 Łódź
tel./fax (042) 636-42-17
kom. 0-800-000-370

Łódź, kwiecień 2008

PROJEKT BUDOWLANY

Ochrona radiologiczna z wytycznymi technologicznymi

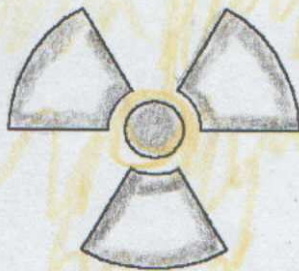
Szpital Powiatowy
Chmielnik, ul. Kielecka 1

Autor opracowania:

Inż. Krzysztof Salasiński

upr. bud. 206/63

UWAGA



Dokumentacja ta
powinna znajdować
się w zakładzie
stosującym
promieniowanie
jonizujące, a z
treścią jej powinno
zapoznać się
kierownictwo tego
zakładu.

Projekt zawiera:

1. Część opisowa

1.1. Opis techniczny

1.2. Obliczenia

2. Część rysunkowa

2.1. Rzut parteru – ustawienie aparatów i osłony pionowe

2.2. Znak ostrzegawczy

OPIS TECHNICZNY

1. Zakres opracowania - dane wyjściowe

Opracowanie to stanowi projekt budowlany obejmujący swym zakresem całokształt zagadnień ochrony radiologicznej wraz ze szczegółowym wyliczeniem i doбором osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym, a także wytyczne technologiczne dla projektowanego Gabinetu Rentgenowskiego Szpitala Powiatowego w Chmielniku, ul. Kielecka 1. Wyposażenie ciemni nie wchodzi w zakres tego opracowania.

Projekt opracowano w oparciu o następujące materiały:

- Proponowane przez dostawcę ustawienie aparatów
- informacje przekazane przez użytkownika
- karty katalogowe firmy PHILIPS

Akty prawne dotyczące pracowni RTG:

- Ustawa Prawo atomowe. Tekst jednolity z dnia 30.06.04 (DU 161/04, poz. 1689)
- Ustawa z dnia 24 lutego 2006 r. o zmianie ustawy – Prawo atomowe (DU 52/06 poz. 378)
- Rozporządzenie RM z dnia 12.01.05 w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (DU 20/05, poz.168)
- Rozporządzenie RM z dnia 20.02.07 w sprawie podstawowych wymagań dotyczących terenów kontrolowanych i nadzorowanych (DU 131/07, poz. 910)
- Rozporządzenie RM z dnia 23.03.07 w sprawie rejestracji dawek indywidualnych (DU 131/07, poz. 913)
- Rozporządzenie RM z dnia 12.07.06 w sprawie szczegółowych warunków bezpieczeństwa pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (DU 140/06 poz. 994)
- Rozporządzenie RM z dnia 25.08.05 w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (DU 194/05, poz. 1625)
- Rozporządzenie MZ z dnia 21.08.06 w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (DU 180/06, poz. 1325)
- Rozporządzenie MZ z dnia 22.12.06 w sprawie przestrzegania warunków ochrony radiologicznej w jednostkach organizacyjnych stosujących aparaty rentgenowskie do celów diagnostyki medycznej, radiologii zabiegowej, radioterapii powierzchniowej i radioterapii schorzeń nienowotworowych (DU .1/07 poz. 11)

Pozostałe akty prawne:

- Ustawa z dnia 07.07.94 Prawo budowlane tekst jednolity z dnia 21.11.03 (DU 207/03, poz. 2016)
- Rozporządzenie MI z dnia 12.04.02 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DU 75/02, poz. 690)
- Rozporządzenie MI z dnia 07.04.04 zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DU 109/04, poz. 1156)
- Rozporządzenie MZ z dnia 10.11.05 w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać pod względem fachowym i sanitarnym pomieszczenia i urządzenia zakładów opieki zdrowotnej (DU 113/06; poz. 1568)
- Norma PN - 86/J-80001. Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczenia osłon stałych.
- Zalecenia Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej /ICRP/

W obliczeniach przyjęto najniekorzystniejsze warunki, a podane na rysunkach wymiary osłon

przyjęto z pewnym zapasem, celem uzyskania osłon o bezwzględnie pewnym działaniu. Zakład należy do typu 3, grupy 3.2 rodzaj pomieszczenia 3.2.1 (PN-69/J-80100).

2. Aparaty

W gabinecie ustawiony będzie aparat typu DIAGNOST CF ze stojakiem do zdjęć odległościowych f-my PHILIPS

Ustawienie aparatów pokazano na rys. 1/2

3. Usytuowanie pracowni

Pracownia zlokalizowana jest na parterze parterowej niepodpiwniczonej części budynku. Obok gabinetu znajdują się pomieszczenia pokazane na rysunku.

4. Dawki promieniowania

W obliczeniach przyjęto graniczne tygodniowe dawki promieniowania na podstawie Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dn. 21.08.2006:

- Gabinety rentgenowskie:
0,12 mSv = 0,012 cGy
- Pracownie rentgenowskie poza gabinetem:
0,06 mSv = 0,006 cGy
- Pomieszczenia poza pracownią i osoby z ogółu ludności:
0,01 mSv = 0,001 cGy
- Budynki mieszkalne poza pracownią:
0,002 mSv = 0,0002 cGy

Konkretne moce dawek podano w obliczeniach przy wyliczeniu danej osłony.

5. Materiały na osłony

Osłony wykonane zostały przy zastosowaniu następujących materiałów:

1. Blacha ołowiana.
2. Konstrukcje budowlane /ściany i strop/
3. Szkło ołowiowe.
4. Oraz dla ewentualnych uzupełnień wyprawa barytowa /baryt 06-85 wg. PN-83/C-84068-06/ o średniej gęstości 3.0 g/cm^3 i o następującym składzie wagowym.
 - piasek barytowy o średnicy do 5 mm i mączka 4 cz.
 - cement portlandzki marki „35” (PN-80/E-03100) 1 cz.

- woda w zależności od wilgotności barytu 0,9 cz.

Dla cienkich warstw grys może być zastąpiony miewem.

Dla uzyskania 1 m³ wyprawy barytowej należy użyć:

- kruszywo barytowe 2200 kg

- cement 550 kg

- woda 500 kg

Dostawcą barytu jest Kopalnia Barytu, Dworcowa 2 58-370 Bogoszków-Gorce,
tel. 0-74 844 95 12

Wymaganą grubość osłon podano na rysunkach i w obliczeniach.

6. Wymagania techniczne

6.1 Temperatura

Zgodnie z rozporządzeniem MI z dnia 12.04.02 w pracowni temperatura powinna wynosić ok. 24°C.

6.2. Wentylacja

Gabinet i ciemnia posiada wentylację mechaniczną.

6.3. Oświetlenie sztuczne

Zgodnie z postanowieniami normy PN-EN 12464.1 gabinet rentgenowski powinien posiadać instalację oświetlenia elektrycznego o natężeniu oświetlenia 500 lx.

6.4. Znaki ostrzegawcze

Na drzwiach wejściowych należy umieścić znak ostrzegawczy przed promieniowaniem jonizującym, oraz lampkę sygnalizacyjną. Lampka sygnalizacyjna będzie się zapalała przy podaniu napięcia na transformator. Znak taki pokazano na rys. 2/2.

6.5. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

Niezależnie od przyjętego systemu ochrony przed porażeniem, aparaturę należy uziemić przez podłączenie do głównego ciagu rur wodociagowych lub uziomu sztucznego i szyny wyrównawczej.

Oporność uziemienia nie powinna być większa niż 2Ω. Ponadto w przyłączy sieciowym przewód neutralny /zerowy/ należy połączyć z uziemieniem.

Dla zasilania aparatów należy przyjąć sieć TN-S o rezystancji linii zasilającej $R \leq 0,17\Omega$ z ochronnym wyłącznikiem różnicowoprądowym 30 mA i zabezpieczeniem zwłocznym 50 A.

6.6. Instalacja wod.-kan.

Gabinet posiada umywalkę.

6.7. Ochrona p.poż.

W gabinecie powinna znajdować się gaśnica halonowa 6,0 daN

7. Wyposażenie pomocnicze

Zakład powinien posiadać fartuchy z gumy ołowiowej (PN-60/J-80005) i rękawice ochronne (PN-60/J-80001) oraz dozymetry osobiste, a dla pacjentów osłony gonad o równoważniku 1,0 mmPb.

8 Sposób wykonania osłon

8.1. Ściany

Jak pokazano na rysunkach ściany wymagają dodatkowych osłon z prefabrykowanych płyt paździerzowych z wprasowaną blachą ołowianą lub z blachą ołowianą naklejoną na ścianę. Płyty takie dostarczają i montują

- Zakład Inżynierii Procesowej i Instrumentalnej ZIPIMECH, Komorowska 44a, 04-161 Warszawa tel. 0-22.610 63 82, fax. 0-22.612 23 11

- DELTA, Sitaniec 125c, 22-403 Zamość tel. 0-84.639 87 70, fax 0-84.639 87 71

- KNAUF, Światowa 25, 02-229 Warszawa tel. 0-22.572 51 00, fax 0-22.572 51 02

- BETA, Kolejarska 34, 03-646 Warszawa, tel. 0-22 678 61 51, fax 0-22 678 92 93.

Nie wymaga się aby osłony sięgały do wysokości ponad 2,2 m.

8.2. Drzwi

Dla drzwi podobnie jak dla ścian należy przyjąć płyty ANTIX w postaci płyt paździerzowych z wprasowaną blachą ołowianą. Producenci jak w p. 8.1.

8.3. Stropy

Stropy dodatkowych osłon nie wymagają

8.4. Okienko obserwacyjne

Okienko wykonane będzie ze szkła ołowiowego o równoważniku 2,0 mmPb, co stanowić będzie wystarczające zabezpieczenie.

Dostawcy jak w p. 8.1.

9. Ochrona personelu

Celem zmniejszenia napromieniowania w czasie wykonywania ekspozycji, personel powinien w jak najszerszym stopniu korzystać z osłon osobistych. W trakcie wykonywania ekspozycji w gabinecie powinny znajdować się tylko te osoby, których obecność jest bezwzględnie konieczna.

Należy ograniczyć napromieniowania kobiet w ciąży, oraz wykluczyć przyuczanych do zawodu przy wieku poniżej 18 lat. Personel powinien być wyposażony w dozymetry osobiste dla umożliwienia kontroli napromieniowania.

10. Ochrona pacjentów

W czasie ekspozycji pacjent powinien być w sąsiedztwie pola zabiegowego osłonięty fartuchem z gumy ołowiowej. U kobiet w okresie płodności przy braku rozpoznania ciąży należy dokonać testu ciążowego. Ze względu na specjalnie szkodliwe działanie promieniowania jonizującego na płód w okresie organogenezy (2-gi tydzień ciąży) przy braku możliwości stwierdzenia ciąży w tak wczesnym okresie, zaleca się wykonywanie naświetleń u kobiet w okresie rozrodczym w przeciągu do 10 dni od początku ostatniej menstruacji.

Napromieniowania kobiet w ciąży należy unikać lub przełożyć do drugiej połowy ciąży (ICRP Publication 15).

11. Uwagi ogólne

Co najmniej raz do roku należy dokonać klinicznego audytu wewnętrznego.

Zwraca się uwagę, że zmiany ustawienia aparatu lub jego typu może spowodować konieczność ponownego przeliczenia osłon.

Jeden egzemplarz tej dokumentacji po naniesieniu ewentualnych zmian dokonanych w trakcie wykonawstwa i montażu powinien znajdować się u Kierownika Pracowni i powinien być do wglądu przez przedstawicieli zainteresowanych instytucji kontrolujących. Do obowiązku Kierownika należy opracowanie regulaminu pracy pod względem BHP oraz wyznaczenia osoby odpowiedzialnej za stan bezpieczeństwa.

Ponadto w Pracowni powinny znajdować się:

- dokumentacja techniczna dotycząca zainstalowanych aparatów rentgenowskich i urządzeń dozymetrycznych
- protokoły pokontrolne, a zwłaszcza pomiarów dozymetrycznych
- zbiór aktów prawnych dotyczących pracowni RTG wymienionych w p. 1 tego projektu
- ewidencja osób zatrudnionych w Pracowni i otrzymanych przez nie dawek.

UWAGA!!!

Projekt ten wymaga zaopiniowania przez właściwą stację sanitarno-epidemiologiczną. Bez takiej opinii projekt nie może być realizowany.

Wszystkie aparaty rentgenowskie użytkowane w społecznych zakładach opieki zdrowotnej powinny posiadać dopuszczenie do użytkowania wydane przez uprawnioną instytucję.

Uruchomienie i użytkowanie Zakładu wymaga zezwolenia władz sanitarnych wydanego na podstawie wniosku użytkownika.

Wszystkie materiały budowlane i instalacyjne powinny posiadać odpowiedni atest, przyczem od

dnia wejścia polski do UE powinien to być znak "CE" co jest równoznaczne z deklaracją ich producentów o zgodności tych materiałów z wymogami odpowiedniej dyrektywy UE. Wymagania takie dotyczą również wyposażenia technologicznego, przy czym dla wyrobów medycznych jest to dyrektywa 93/42/WE.

OBLICZENIA

1. Wzory obliczeniowe

Obliczeń grubości osłon dokonano w oparciu o normę PN-86/J-80001. Wymaganą grubość osłon określono na podstawie zawartych tam tabel i wykresów posługując się następującymi wzorami:

1.1. Krotność osłabienia promieniowania pierwotnego

$$K = \frac{D' \cdot I \cdot t}{D \cdot I^2} \cdot y$$

gdzie:

D' - moc dawki / w oparciu o tab. 3 / przyjęto:

$D' = 0,69 \text{ cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ - dla 120 kV i

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej, mA

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

t_0 - maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jedną zmianę, min.

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu /occupancy factor/.

U - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczanej osłony /use factor/.

D - dawka tygodniowa, cGy.

l - najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, m.

y - współczynnik osłabienia w ośrodku. ($y=0,5$)

1.2. Zredukowana moc dawki służąca do określenia grubości osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez tkanke.

$$C_1 = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I} \text{ cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

gdzie:

l - najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach, m.

t - czas narażenia w ciągu tygodnia na promieniowanie rozproszone, h.

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

Pozostałe oznaczenia jak dla p. 1.1

1.3. Zredukowana moc dawki służąca do określania grubości osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez beton lub cegłę, względnie stal.

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} \text{ cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

gdzie:

s - rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego, na którą pada promieniowanie na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiązki pierwotnej promieniowania w odległości l , m^2 . Przy średniej wartości $f=0,4$ m, średnia powierzchnia $S=0,25 \cdot 0,25=0,0625$ m^2 stąd dla $f=1$ m.

$S1=0,0625 \cdot 2,5^2=0,39$ m^2 przyjęto stałą wartość $f/s=1/0,39=2,56$.

Zależność ta jest stałą wartością dla tych typów aparatów bez względu na odległość powierzchni rozpraszającej.

Pozostałe oznaczenia jak w p. 1.2. Grubość osłon dla tego promieniowania są mniejsze od wyliczonych wg p. 1.2 i mogą być pominięte.

1.4. Promieniowanie uboczne

W aparatach rentgenowskich diagnostycznych promieniowanie uboczne jest znikome i może być pominięte w obliczeniach jako nie rzutujące na grubość osłon.

1.5. Określenie odległości

Przy obliczaniu grubości osłony od dwóch miejsc rozproszenia znajdujących się w różnych odległościach od przeliczanej osłony (l_1 i l_2) przyjęto średnią wartość l wyliczoną wg poniższej zależności przyjmując odpowiednio ilość ekspozycji dla obu lamp e_1 i e_2 przy założonych jednakowych obciążeniach lamp na każdą ekspozycję.

$$l = l_1 \cdot l_2 \cdot \sqrt{\frac{e_1 + e_2}{e_1 \cdot l_2^2 + e_2 \cdot l_1^2}}$$

Dane wyjściowe

1.6. Parametry aparatów

Dla aparatu DIAGNOST CF przyjęto napięcie na lampie 120 kV,

Jako wydajność na każdą ekspozycję przyjęto – 8,3 mAmin=0,14 mAh

Są to maksymalne wartości dla tego typu aparatów umożliwiające ewentualne zainstalowanie innych aparatów o podobnym przeznaczeniu.

Ilość ekspozycji

Przyjęto 25 godzin pracy na tydzień i tygodniowe ilości ekspozycji.

- zdjęcia na stole	200
- zdjęcia na stojaku	150
	350

1.7. Metodyka obliczeń

Przyjęto dla ścian i stropów promieniowanie rozproszone, ponieważ wiązka bezpośrednia jest rozproszona przez ciało pacjenta. Wiązka pierwotna pada tylko na podłogę pod stołem i na ścianę za stojakiem. Przyjęto dodatkowo dla promieniowania pierwotnego współczynnik 0,5 uwzględniający osłony własne stołu i stojaka, oraz pochłanianie części energii wiązki promieniowania przez pacjenta.

Przeliczeń dokonano dla wszystkich ścian dookoła gabinetów w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, zaczynając od "godz. 12".

W obliczeniach przyjęto skrajne możliwe położenie lampy wzdłuż stołu.

1.8. Przegrody budowlane

Ściany wykonane są z cegły pełnej o grubości 120 mm i równoważniku odpowiednio 1,1 mmPb.

3 Grubości osłon

3.1. Sterownia

Rozproszenie przez tkanę

D=0,012 cGy

$$l = 2,7 \cdot 4,7 \cdot \sqrt{\frac{200 + 150}{200 \cdot 4,7^2 + 150 \cdot 2,7^2}} = 3,2m$$

$$I_t = I \cdot t \cdot T \cdot U = 350 \cdot 0,14 \cdot 1 \cdot 1 = 59 \text{ mAh}$$

$$C_1 = \frac{0,012 \cdot 3,2^2}{49} = 25 \cdot 10^{-4} \quad - 0,7 \text{ mmPb}$$

Przyjęto dla ściany blachę ołowianą 0,5 mm, dla drzwi 1,0 mm, oraz dla okienka szybę ze szkła ołowiowego o równoważniku 2,0 mmPb.

3.2. Opisy, ciemnia, pokój techników

Rozproszenie przez tkanę

$$D = 0,006 \text{ cGy}$$

$$l = 1,9 \text{ m}$$

$$I_t = 49 \text{ mAh}$$

$$C_1 = \frac{0,006 \cdot 1,9^2}{49} = 4,4 \cdot 10^{-4} \quad - 1,3 \text{ mmPb}$$

Przyjęto dla ściany blachę ołowianą 0,5 mm, a dla drzwi 1,5 mm

3.3. Kabin

Promieniowanie pierwotne

$$D = 0,001 \text{ cGy}$$

$$l = 3,5 \text{ m}$$

$$I_t = I \cdot t \cdot T \cdot U = 150 \cdot 8,3 \cdot 0,1 \cdot 1 = 124,5 \text{ mAmin}$$

$$k = \frac{0,69 \cdot 124,5 \cdot 0,5}{0,001 \cdot 3,5^2} = 3506 \quad - 1,9 \text{ mmPb}$$

Rozproszenie przez tkanę

$$D = 0,001 \text{ cGy}$$

$$l = 1,8 \cdot 3,7 \cdot \sqrt{\frac{150 + 200}{150 \cdot 3,7^2 + 200 \cdot 1,8^2}} = 2,4 \text{ m}$$

$$It = I \cdot t \cdot T \cdot U = 350 \cdot 0,14 \cdot 0,1 \cdot 1 = 4,9 \text{ mAh}$$

$$C_1 = \frac{0,001 \cdot 2,4^2}{4,9} = 11,8 \cdot 10^{-4} \quad - 0,96 \text{ mmPb}$$

Dla ściany przyjęto blachę ołowianą 1,0 mm, a dla drzwi 2,0 mm.

Przyjęto, że przy 15-o minutowym cyklu badania ten sam pacjent może przebywać w kabinie tylko jeden raz w tygodniu ($T=0,1$).

3.4. Korytarz - poczekalnia

Promieniowanie pierwotne

$$D = 0,001 \text{ cGy}$$

$$l = 4,7 \text{ m}$$

$$It = I \cdot t \cdot T \cdot U = 150 \cdot 8,3 \cdot 0,25 \cdot 1 = 311 \text{ mAmin}$$

$$k = \frac{0,69 \cdot 311 \cdot 0,5}{0,001 \cdot 4,7^2} = 4857 \quad - 2,1 \text{ mmPb}$$

Rozproszenie przez tkanke

$$D = 0,001 \text{ cGy}$$

$$l = 2,7 \cdot 5 \cdot \sqrt{\frac{150 + 200}{150 \cdot 5^2 + 200 \cdot 2,7^2}} = 3,5 \text{ m}$$

$$It = I \cdot t \cdot T \cdot U = 350 \cdot 0,14 \cdot 0,25 \cdot 1 = 12,25 \text{ mAh}$$

$$C_1 = \frac{0,001 \cdot 3,5^2}{12,25} = 10 \cdot 10^{-4} \quad - 1,0 \text{ mmPb}$$

Osłony przyjęte w p. 3.3. stanowią wystarczające zabezpieczenie.

3.5. Badania USG, poczekalnia

Rozproszenie przez tkankę

$D=0,001 \text{ cGy}$

$l=1,9 \text{ m}$

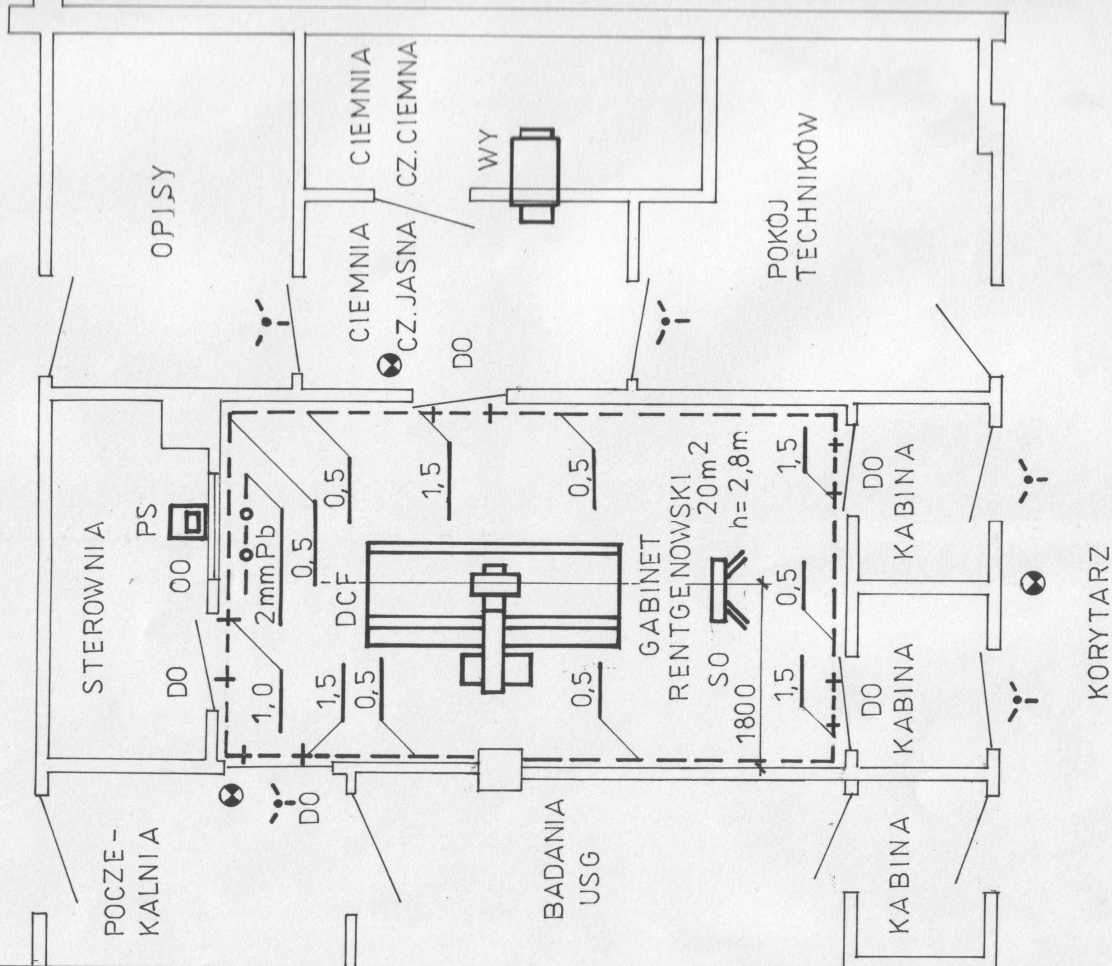
$It=49 \text{ mAh}$

$$C_1 = \frac{0,001 \cdot 1,9^2}{49} = 4,4 \cdot 10^{-4} \quad - 1,3 \text{ mmPb}$$

Dla ściany przyjęto blachę ołowianą 0,5 mm, a dla drzwi 1,5 mm.

Nie wymaga się aby osłony sięgały do wysokości ponad 2,2 m.

KORYTARZ



OZNACZENIA

- DCF Aparat rentgenowski DIAGNOST CF PHILIPS
- PS Pulpit sterowniczy
- S0 Stojak do zdjęć odległościowych
- WY Wywoływarka automatyczna
- D0 Drzwi ochronne
- 00 Okienko ochronne
- Blacha ołowiana na ścianie
- +-+ Blacha ołowiana na drzwiach
- o- Szkło ołowiane
- ☉ Lampka sygnalizacyjna /opis p.6.4./
- ☼ Znak ostrzegawczy /rys.2/2/

SZPITAL POWIATOWY
 Chmielnik, Kielecka 1
 OCHRONA RADIOLÓGICZNA
 Rozstawienie aparatów i osłony

Rzut parteru Skala 1:50

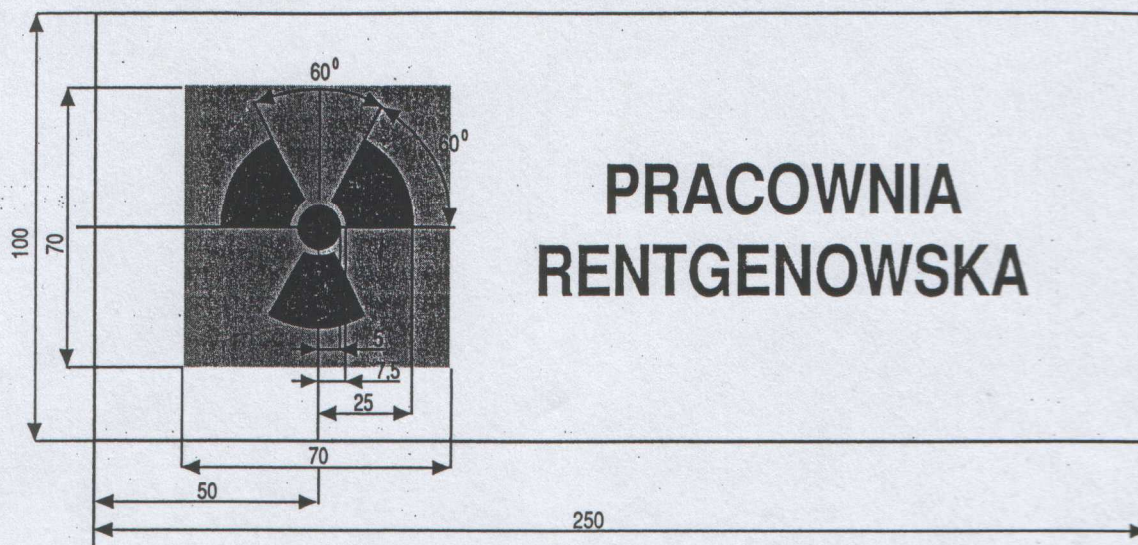
Autor opracowania

inż. K. Satański

Łódź, kwiecień 2008

Rys. 1/2

WZÓR TABLICY DO OZNAKOWANIA PRACOWNI RENTGENOWSKIEJ



Wymiary podano w milimetrach.

Kolor tła symbolu promieniowania jonizującego — żółty.

Kolor symbolu promieniowania jonizującego — czarny.