

Aneks nr 1 do projektu ochrony radiologicznej – obliczenia osłon stałych

Samodzielny Publiczny Zespół Zakładów Opieki Zdrowotnej w Płońsku
Przychodnia Przyszpitalna
Pracownia RTG i Mammograficzna
09-100 Płońsk, ul. Sienkiewicza 7

Dotyczy: zaniechania wykonania dodatkowej osłony antypromiennej okna gabinetu rtg mammograficznego.

Projekt ochrony radiologicznej (obliczenia osłon stałych grudzień 2007r, zatwierdzony 11.01.2008r) zakładał obliczenie i dobór osłon stałych dla modernizowanych istniejących pomieszczeń zlokalizowanych na parterze budynku Przychodni Przyszpitalnej SPZZOZ w Płońsku przy ul. Sienkiewicza 7 na potrzeby Przychodni Przyszpitalnej.

W gabinetach RTG zainstalowane zostały aparaty rtg – ogólnodiagnostyczny typu COMBI ELEVATOR f-my JOSEF BETSCHART AG i mammograficzny typu DIAMOND f-my GENERAL ELECTRIC.

Przyjęte w projekcie ochrony radiologicznej (grudzień 2007r) założenia dot. sposobu wykonywania badań, analizy zdolności osłabienia promieniowania przez osłony dla ww urządzeń radiologicznych pozostają bez zmian. Bez zmian pozostaje również lokalizacja aparatu ogólnodiagnostycznego.

Natomiast w przypadku gabinetu mammograficznego: zgodnie z przyjętymi w projekcie założeniami zalecono wykonanie dodatkowej osłony antypromiennej okna gabinetu.

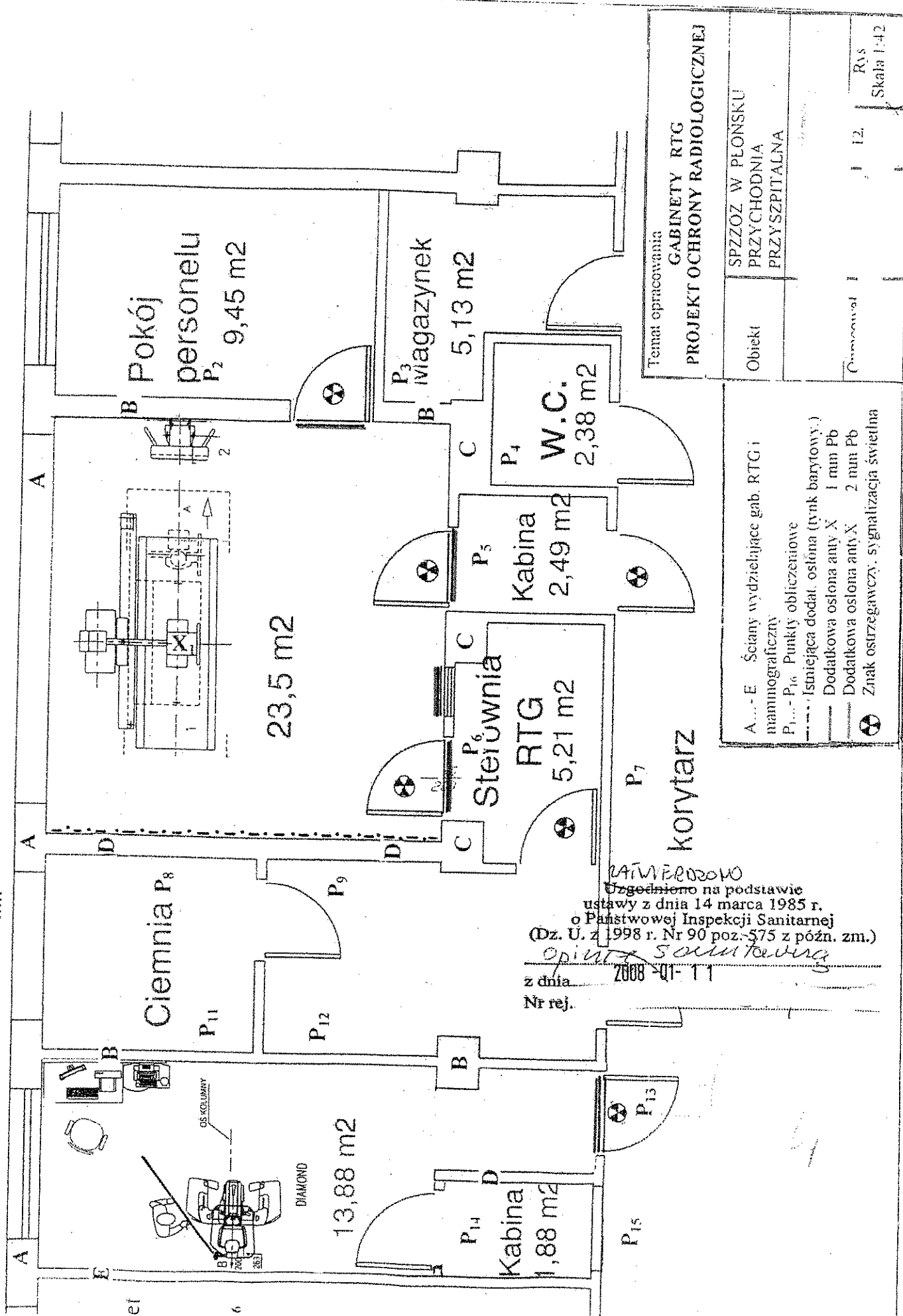
W wyniku instalacji urządzenia mammograficznego typu DIAMOND firmy General Electric wyposażonego w firmową szybę ochronną (100 x 180 cm) (szer x wys) równoważną min. 0,5 mm Pb mocowaną do kolumny aparatu, stwierdzono na podstawie pomiarów dozymetrycznych, że zastosowana osłona zabezpieczająca jednocześnie stanowisko technika rtg i światło otworu okiennego jest wystarczająca. Wobec powyższego można zrezygnować z dodatkowego zabezpieczenia okna. (rys).

Aneks nr 1 do projektu ochrony radiologicznej należy rozpatrywać łącznie z pierwotną dokumentacją, nie wymaga ona jednak ponownego zatwierdzenia.

P₁₀

Trawnik

P₁



Warszawa, grudzień 2007

**PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ
OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH**

**SAMODZIELNY PUBLICZNY ZESPÓŁ
ZAKŁADÓW OPIEKI ZDROWOTNEJ W PŁOŃSKU
PRZYCHODNIA PRZYSZPITALNA
PRACOWNIA RTG I MAMMOGRAFICZNA
UL. SIENKIEWICZA 7
09-100 PŁOŃSK**

Opracował :

SPZZOZ w Płońsku Przychodnia Przyszpitalna
Pracownia RTG i Mammograficzna
09-100 Płońsk, ul. Sienkiewicza 7

SPIS TREŚCI

1. Przedmiot i cel opracowania	3
2. Podstawa opracowania.....	3
3. Akty prawne i normy	3
4. Warunki bezpiecznego stosowania aparatu rtg.....	4
5. Lokalizacja gabinetów RTG, analiza osłon.....	6
5.1. Gabinet RTG ogólnodiagnostyczny.....	6
5.2. Gabinet mammograficzny.....	7
6. Charakterystyka źródeł promieniowania.....	7
6.1. Aparat RTG ogólnodiagnostyczny.....	7
6.2. Aparat mammograficzny.....	8
7. Obliczenia osłon	9
A. Założenia.....	9
B. Obliczenia.....	11
C. Podsumowanie obliczeń.....	20-21

Rysunek - ochrona radiologiczna – osłony stałe, punkty narażenia

1. PRZEDMIOT I CEL OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest obliczenie osłon stałych modernizowanego gabinetu RTG ogólnodiagnostycznego i projektowanego gabinetu RTG mammograficznego zlokalizowanych na poziomie parteru budynku wchodzącego w skład zabudowań Samodzielnego Publicznego Zespołu Zakładów Opieki Zdrowotnej w Płońsku przy ul. Sienkiewicza 7 na potrzeby Przychodni Przyszpitalnej.

Celem opracowania jest dobór osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym zapewniających bezpieczną eksploatację nowych fabrycznie aparatów rentgenowskich: ogólnodiagnostycznego typu COMBI ELEVATOR firmy JOSEF BETSCHART AG i mammograficznego typu DIAMOND firmy GENERAL ELECTRIC.

Opracowanie obejmuje również omówienie innych zabezpieczeń wymaganych przy stosowaniu źródła promieniowania rentgenowskiego oraz określenie wymaganej dokumentacji jaka powinna znajdować się w pracowni rentgenowskiej.

Zakres prac remontowych związanych z adaptacją istniejących pomieszczeń parteru ww obiekcie obejmował dostosowanie pomieszczeń przeznaczonych na pracownię RTG i pracownię Mammograficzną do struktury funkcjonowania przychodni i szpitala. W ramach prac adaptacyjnych dokonano min.: przebudowy istniejącego gabinetu RTG, wydzielenia pomieszczenia gabinetu mammograficznego i kabiny pacjenta, zamurowania otworów okiennych w gabinecie RTG, montażu drzwi ochronnych, i szyby ochronnej, montażu sufitu podwieszanego, położenia wykładziny antyelektrostatycznej, pomalowania ścian.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

Projekt wykonano w oparciu o:

- wytyczne inwestora
- podkład architektoniczny
- informacje z zakresu technologii wykonywanych badań rentgenowskich
- dane techniczne aparatu rtg : Combi Elewator firmy Josef Betschart AG (Szwajcaria) i Diamond firmy GE

3. AKTY PRAWNE I NORMY

1. Ustawa z dnia 29 listopada 2000r. Prawo atomowe (jt. Dz. U. z 2007r. Nr 42, poz. 276)
2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006r., w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. z 2006r, Nr 180, poz. 1325)

3. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005r., w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz.U. z 2005r., Nr 20, poz. 168)
4. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 25 sierpnia 2005r., w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. z 2005r., Nr 194, poz. 1625)
5. Polska Norma PN-86/J-80001 – Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych
6. Polska Norma PN-79/J-08002 – Źródła promieniowania jonizującego. Znaki ostrzegawcze

4. WARUNKI BEZPIECZNEGO STOSOWANIA APARATU RTG

- Gabinet rentgenowski powinien być wyposażony w komplet osłon, tak aby podczas badań stosować osłony osobiste chroniące przed promieniowaniem części ciała i narządy pacjenta nie będące przedmiotem badania, a znajdujące się w wiązce pierwotnej promieniowania, jeżeli nie umniejsza to diagnostycznych wartości wyników badania (fartuchy ochronne, półfartuchy, osłony na gonady)
- Urządzenie radiologiczne powinno podlegać wewnętrznym testom kontroli fizycznych parametrów (kontrola jakości)
- Aparat rentgenowski powinny obsługiwać osoby znające zasady ochrony radiologicznej i bezpieczeństwa jądowego oraz posiadające uprawnienia do wykonywania danego typu ekspozycji
- Proponuje się, aby osoby zatrudnione w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące podlegały systematycznej kontroli narażenia przez prowadzenie kontroli dawek indywidualnych
- W gabinecie, w rejestracji w widocznym miejscu powinna znajdować się informacja o konieczności powiadomienia lekarza, technika lub rejestratorki przed wykonaniem badania o ciąży pacjentki
- Drzwi gabinetu RTG i gabinetu mammograficznego, w których użytkowane i stosowane będą ww aparaty rtg od strony sterowni, kabiny pacjenta, korytarza oraz drzwi kabiny od strony korytarza i drzwi sterowni od strony ciemni jasnej i drzwiami ciemni jasnej od strony korytarza należy oznakować tablicą informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym, zgodnym z Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006r., w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. z 2006r, Nr 180, poz. 1325)
- Nad drzwiami gabinetu RTG od strony sterowni, kabiny pacjenta i pokoju personelu oraz drzwiami kabiny pacjenta od strony korytarza oraz drzwiami gabinetu mammograficznego od strony korytarza należy zainstalować system sygnalizacyjno-ostrzegawczy zabraniający wstępu do gabinetu w czasie pracy aparatu rtg

- Między gabinetem RTG i sterownią należy zapewnić łączność głosową (np. typu interkom)
- Osobą odpowiedzialną za stan ochrony przed promieniowaniem jonizującym jest kierownik, który sprawuje nadzór nad stanem ochrony radiologicznej przy pomocy inspektora ochrony radiologicznej
- Aparat rtg musi być zainstalowany zgodnie z instrukcją producenta co zapewni bezpieczną jego eksploatację, a osoby wykonujące ekspozycje przeszkolone w zakresie jego użytkowania oraz w zakresie zasad ochrony radiologicznej.
- W każdej pracowni lub gabinecie rtg powinny znajdować się następujące dokumenty w oryginale lub uwierzytelnionych odpisach:
 - zezwolenie na uruchomienie i stosowanie aparatów rentgenowskich znajdujących się w pracowni (gabinecie) i uruchomienie pracowni
 - projekt pracowni lub gabinetu (rzuty pomieszczeń) wraz z projektem i opisem osłon stałych oraz wentylacji, zatwierdzonym przed uruchomieniem aparatu rentgenowskiego przez właściwego PWIS przy uzgadnianiu dokumentacji projektowej
 - dokumentacja techniczna dotycząca budowy, działania i obsługi aparatu rentgenowskiego, w tym także urządzeń sygnalizacyjnych i blokujących
 - instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania aparatury dozymetrycznej, jeżeli znajdują się na wyposażeniu pracowni
 - protokoły pomiarów dozymetrycznych
 - protokoły pokontrolne
 - dokumentacja programu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, o którym mowa w § 21, oraz instrukcja ochrony radiologicznej, określona z załącz. Nr 3 do rozporządzenia, opracowana zgodnie z wytycznymi określonymi w załącz. Nr 2 do rozporządzenia
 - zapisy dot. wewnętrznych testów kontroli parametrów technicznych aparatów rtg i obróbki błon rentgenowskich w ciemni oraz dokumentacja spełniania testów akceptacyjnych urządzeń nowo instalowanych
 - ewidencja : osób zatrudnionych w pracowni rentgenowskiej w podziale na odpowiednie kategorie narażenia; dawek otrzymywanych przez pracowników; orzeczeń lekarskich stwierdzających brak przeciwwskazań do pracy pracowników na określonym stanowisku
 - program szkolenia i dokumenty potwierdzające jego realizację
 - zbiór przepisów prawnych dot. Ochrony radiologicznej i zasad stosowania źródeł promieniowania jonizującego w medycynie
 - w podmiocie w którym aparat rtg jest stosowany bez uruchomienia pracowni rtg, dokumenty, o których mowa w ust. 1 i 2 są dostępne u inspektora ochrony radiologicznej.

Warunkiem oddania do eksploatacji gabinetu z aparatem rtg jest uzyskanie pozytywnej opinii projektu ochrony radiologicznej, przeprowadzenie pomiarów dozymetrycznych oraz uzyskanie zezwolenia właściwego miejscowo Państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego.

5. LOKALIZACJA GABINETU RTG, ANALIZA OSŁON STAŁYCH

Omawiane gabinety RTG znajdują się na poziomie parteru wolnostojącego jednopiętrowego budynku przychodni przyszpitalnej. Komunikację zapewniają dźwigi i klatki schodowe przychodni.

Opis i analiza osłon stałych gabinetów RTG:

Ściany wydzielające pomieszczenia omawianych gabinetów RTG ogólnodiagnostycznego i mammograficznego wykonane są w technologii tradycyjnej murowanej z cegły ceramicznej na zaprawie cementowej, dla gabinetu RTG ogólnodiagnostycznego (rys) przyjęto również jako dodatkowe zabezpieczenie istniejącą wyprawę barytową gr. min. 22 mm (ściana C, D, strop górnego – rys), co zwiększa osłonność tych przegród o min. 1 mm Pb).

5.1. GABINET RTG OGÓLNODIAGNOSTYCZNY:

Ściana zewnętrzna gabinetu RTG (ozn. A – rys.) gr. 450 mm równoważna **> 3mm Pb**, lokalizacja gabinetu na poziomie parteru, okna zewnętrzne gabinetu zamurowane, na zewnątrz pas zieleni (trawnik – teren zamknięty w obrębie szpitala), w odległości ok. 6 m dalsza zabudowa szpitalna – punkt obliczeniowy P_1

Ściana działowa projektowana gabinetu RTG (ozn. B – rys.) gr. 250 mm, równoważna **2mm Pb** – za ścianą znajduje się : pokój personelu, magazynek – punkt obliczeniowy P_2, P_3

Ściana wewnętrzna (filar nośny) gabinetu RTG (ozn. C – rys.) gr. 500 mm i fragmenty gr. 120 mm pogrubione do gr. 250 mm, równoważna **> 3mm Pb** (filar nośny) i min. **2mm Pb** (pozostała część murowana ściany C) – za ścianą znajduje się WC, kabina pacjenta, sterownia – punkt obliczeniowy P_4, P_5, P_6, P_7 (korytarz)

Ściana działowa gabinetu RTG (ozn. D – rys.) gr. 250 mm, równoważna min. **2mm Pb** – za ścianą znajduje się ciemnia jasna, ciemnia ciemna – punkt obliczeniowy P_8, P_9

Okno wglądowe sterowni z szybą ochronną (800 mm x 600 mm) o równoważniku zgodnym z zaleceniami niniejszego opracowania

Drzwi gabinetu RTG do sterowni, kabiny pacjenta, pokoju personelu ochronne o równoważniku ołowiu zgodnym z zaleceniami opracowania

Drzwi kabiny pacjenta do korytarza bez osłony antypromiennej

5.2. GABINET MAMMOGRAFICZNY:

Ściana zewnętrzna gabinetu RTG (ozn. A – rys.) gr. 450 mm równoważna **> 3mm Pb**, lokalizacja gabinetu na poziomie parteru, okno zewnętrzne gabinetu wychodzi na pas zieleni (trawnik – teren zamknięty w obrębie szpitala), w odległości ok. 6 m dalsza zabudowa szpitalna – punkt obliczeniowy P_{10}

Ściana działowa gabinetu mammograficznego (ozn. B – rys.) gr 120 mm, równoważna **1mm Pb** – za ścianą znajduje się : ciemnia jasna i ciemnia ciemna – punkt obliczeniowy P_{11} , P_{12}

Ściana działowa gabinetu mammograficznego (ozn. C – rys.) gr. 120 mm, równoważna **1mm Pb** – za ścianą znajduje się korytarz – punkt obliczeniowy P_{13}

Ściana działowa gabinetu mammograficznego (ozn. D – rys.) gr. 120 mm, równoważna **1mm Pb** – za ścianą znajduje się kabina pacjenta – punkt obliczeniowy P_{14} , P_{15} (korytarz)

Ściana działowa gabinetu mammograficznego (ozn. E – rys.) gr. 120 mm, równoważna **1mm Pb** - za ścianą znajduje się gabinet – punkt obliczeniowy P_{16}

Drzwi gabinetu mammograficznego do korytarza ochronne o równoważniku ołowiu zgodnym z zaleceniami opracowania

Drzwi kabiny pacjenta do gabinetu mammograficznego bez osłony antypromiennej

Stropy DZ łącznej gr. 350 mm (stropy 250 mm, szlachta cementowa 80mm, wyprawa barytowa dla stropu górnego), równoważne min. **2mm Pb**, powyżej – gabinety lekarskie – punkt obliczeniowy P_{SG} , poniżej – piwnice techniczne – punkt obliczeniowy P_{SD}

Powierzchnia gabinetu RTG : 23,5 m², mammograficznego : 13,88 m²

Wysokość w świetle stropów stałych – 3,06 m, do sufitu podwieszanego – 2,80 m

W gabinecie RTG i mammograficznym należy zapewnić prawidłowo działającą wentylację zgodną z obowiązującymi przepisami i normami.

6. CHARAKTERYSTYKA ŹRÓDEŁ PROMIENIOWANIA

6.1. Gabinet RTG wyposażony będzie w :

- **zestaw rentgenowski ogólnodiagnostyczny Combi Elevator** z generatorem wysokiej częstotliwości 50Hz, typu **Genesis 50-150** firmy **Josef Betschart AG** (Szwajcaria) ze stołem pacjenta i stojakiem do zdjęć odległościowych typu **Bucky**; zakres napięć 40 – 150 kV, zakres natężenia 1 – 650 mA, zakres czasu ekspozycji 0,001 – 6s,

- **lampę rtg** - mocowanie podłogowe umożliwiające przesuw lampy wzdłuż stołu pacjenta i do stojaka Bucky

- **konsole sterowania i urządzenie głośnikowo-mikrofonowe** typu np.: Intercom – umożliwiające zapewnienie kontaktu głosowego między personelem i pacjentem

6.2. Gabinet Mammograficzny wyposażony będzie w:
urządzenie radiologiczne do badań mammograficznych : typ **DIAMOND f-my GE**

Urządzenie rtg składa się z następujących głównych podzespołów:

- generator wysokiego napięcia pracujący w systemie HF 50/60 Hz
- głowica – ramię typu „C” (po jednej stronie umieszczona jest lampa rtg, a po drugiej stolik z ruchomą kratką przeciw rozproszeniową typu Potter-Bucky) oraz urządzenie dociskowe (rotacja 185°)
- system automatycznej ekspozycji (AEC) zapewniający precyzyjne i stabilne parametry ekspozycji
- pulpit sterowniczy z monitorem, klawiaturą i kamerą identyfikacyjną
- wyzwalacz ekspozycji
- firmowa szyba ochronna zabezpieczająca stanowisko technika rtg

Dane techniczne w/w aparatów rtg (zgodne z danymi producenta):

Anoda:	wirująca Mo/W
Zakres wysokiego napięcia:	20-39 kV
Zakres obciążeń prądowo-czasowych:	3-500 mAs
Filtracja całkowita:	ekwiwalent 0,5 mm Al.
Ogniska lampy:	małe 0,1 x 0,1 mm, duże 0,3 x 0,3 mm
Odległość ognisko lampy-film:	65 cm

Projekt zakłada, że w gabinecie RTG ogólnodiagnostycznym wykonywane będą ekspozycje w projekcjach prostopadłych do stołu pacjenta ustawionego wzdłuż ściany zewnętrznej (ozn. A – rys) lub do stojaka Bucky ustawionego plecami do ściany działowej projektowanej (ozn. B – rys) między gabinetem RTG, pokojem personelu i magazynkiem.

W stronę tych osłon kierowana będzie wiązka pierwotna promieniowania rentgenowskiego.

Stosowany będzie docelowo cyfrowy system obrazowania i archiwizacji, zdjęcia opisywane będą w pokoju opisów RTG.

Projekt zakłada również, że w gabinecie mammograficznym pacjentka do badania przygotowywać się będzie w kabinie pacjenta. Po badaniu zdjęcia rtg wywoływane będą w wywoływarce automatycznej. Opisywanie zdjęć odbywać się będzie w pokoju opisowym wyposażonym w negatoskop mammograficzny.

Aparaty rtg obsługiwane będą przez techników rtg, stanowisko technika rtg znajdować się będzie wewnątrz gabinetu za szybą ochronną (gabinet mammograficzny), w sterowni (gabinet ogólnodiagnostyczny).

Przewidywany system pracy – 1 zmiana

Wszystkie badania (płucne i kostne, mammograficzne) w gabinetach RTG zgodne będą z instrukcjami, wdrożonymi procedurami systemu zarządzania jakością oraz obowiązującymi przepisami w zakresie ochrony radiologicznej.

7. OBLICZENIA OSŁON

A. Założenia

Obliczenia wykonano przyjmując najmniej korzystne parametry pracy lamp aparatów rtg – JOSEF BETSCHART AG COMBI ELEVATOR i GE DIAMOND :

✓ Parametry pracy lamp rtg:

Ekspozycje zdjęciowe w gabinecie ogólnodiagnostycznym : 120 kV, 64 mAs
Ekspozycje zdjęciowe w gabinecie mammograficznym : 32 kV, 180 mAs

✓ Tygodniowe obciążenie prądowo-czasowe źródeł promieniowania jonizującego $I \times t_0$ i Program Badań

Oszacowano, że na podstawie planowanego zapotrzebowania na wykonywanie procedur ogólnodiagnostycznych będzie wykonywać się 1000 badań/m-c czyli ok. 2000 ekspozycji /m-c, maksymalnie 500 ekspozycji tygodniowo na 1 zmianę. Uwzględniając niejednorodny rozkład ilości badań w ciągu tygodnia przyjęto, że będzie przypadać nie więcej niż 550 ekspozycji ogólnodiagnostycznych tygodniowo.

Przewidywana ilość badań mammograficznych na zmianę/miesięcznie - 300. Na każde badanie przypadają zazwyczaj 4 ekspozycje co daje 1200 ekspozycji miesięcznie. Uwzględniając nierównomierny rozkład ilości badań przyjęto, że tygodniowo wykonywać się będzie max. 350 ekspozycji.

Badania	Ilość ekspozycji/tydzień na 1 zmianę	Narażenia prądowo-czasowe dla jednej zmiany w ciągu tygodnia $I \times t_0$
ogólnodiagnost. (kostne, płucne)	550	35200 mAs = 587 mAmin = 9,8 mAh
Mammograficzne	350	63000 mAs = 1050 mAmin = 17,5 mAh
Łącznie : 1635 mAmin = 27,3 mAh		

✓ czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia t

$$t = T \times U \times t_0$$

gdzie wg. 2.3:

T – współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu

U – współczynnik określający prawdopodobieństwo użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczonej osłony przyjęto $U = 1$

✓ **odległość l**

W przypadku promieniowania rozproszonego l (m) oznacza najmniejszą odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego.

W przypadku promieniowania pierwotnego l (m) oznacza najmniejszą odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego.

➤ **dawka D**

dla osób narażonych zawodowo i zaliczonych do kategorii narażenia B : 6 mSv / rok tj. 0,115 mSv / tyg, odpowiada to dawce pochłoniętej $\approx 0,01$ cGy tygodniowo = 100,8 μ Gy w pomieszczeniach pracowni rtg poza gabinetem rtg : 3 mSv / rok tj. 0,06 mSv / tyg, odpowiada to dawce pochłoniętej 0,005 cGy tygodniowo = 50,4 μ Gy dla osób z ogółu ludności, przebywających w sąsiedztwie pracowni 0,5 mSv / rok tj. 0,0096 mSv / tyg, odpowiada to dawce pochłoniętej $\approx 0,00084$ cGy tygodniowo = 8,4 μ Gy

Obliczenia osłonności dla promieniowania pierwotnego wykonano stosując wzór na krotność osłabienia promieniowania k :

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

gdzie: D – moc dawki wg 2.5.1.1 w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA, filtracji zewnętrznej 2,0 mm Al, przy napięciu $U = 100-120$ kV

przyjęto: D wynosi 0,95 cGy $\cdot$ min⁻¹ $\cdot$ mA⁻¹ $\cdot$ m² (tablica 2 PN-86/J-80001)

współczynnik zgodny z 2.4 PN: $y = 0,21$ (tablica 1 PN-86/J-80001)

oraz

dla prądu o natężeniu 1 mA, filtracji zewnętrznej 0,5 mm Al, przy napięciu $U = 50$ kV

przyjęto: D wynosi 0,83 cGy $\cdot$ min⁻¹ $\cdot$ mA⁻¹ $\cdot$ m² (tablica 2 PN-86/J-80001)

współczynnik zgodny z 2.4 PN: $y = 0,22$ (tablica 1 PN-86/J-80001)

Zredukowaną moc dawki dla promieniowania rozproszonego przez tkankę (zaniedbano rozproszenie przez beton lub cegłę oraz promieniowanie uboczne) obliczono ze wzoru:

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I}$$

w którym :

D – dawka tygodniowa określona zgodnie z 2.2 cGy lub μ Gy

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

t – czas narażenia w ciągu tygodnia na promieniowanie rozproszone, wyznaczony zgodnie z 2.3, h,

I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg, mA,

Promieniowanie rozproszone będzie docierać do wszystkich osłon stałych (ścian wydzielających pomieszczenie gabinetu rtg i stropów).

Grubość wymaganej warstwy ołowiu dla otrzymanej w obliczeniach zredukowanej mocy dawki promieniowania X odczytano z rys. 3 PN-86/J-80001.

B. Obliczenia

Oznakowanie osłon i punktów narażenia jest zgodne z załączonym rysunkiem.

I. GABINET RTG OGÓLNODIAGNOSTYCZNY

a) Ściana zewnętrzna A (pas zieleni – trawnik)

Promieniowanie rozproszone – punkt P₁

$$T = 0,05, U = 1, I \times t = 0,05 \times 9,8 \text{ mAh} = 0,49 \text{ mAh}$$

$$l = 2,5 \text{ m}; 6 \text{ m (do obliczeń przyjęto mniej korzystną wartość } l = 2,5 \text{ m)}$$

$$D = 8,4 \text{ } \mu\text{Gy (ogół ludności)}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (2,5)^2}{0,49} \approx 107 \text{ } \mu\text{Gy} \times \text{h}^{-1} \times \text{m}^2 \times \text{mA}^{-1}$$

Dla 120 kV otrzymanej wartości odpowiada osłona równoważna 0,4 mm Pb

Ściana zewnętrzna A gabinetu RTG równoważna powyżej 3 mm Pb nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia.

Okna zewnętrzne gabinetu RTG powinny być równoważne 0,5 mm Pb lub 1 mm Pb, proponuje się zastosowanie parawanów ochronnych lub żaluzji

b) Ściana działowa projektowana B, drzwi (pokój personelu, magazynek)

Promieniowanie rozproszone – punkt P₂ (pokój personelu)

$$T = 0,25, U = 1, I \times t = 0,25 \times 9,8 \text{ mAh} = 2,45 \text{ mAh}$$

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

$$D = 50,4 \text{ } \mu\text{Gy (personel)}$$

$$C_1 = \frac{50,4 \times (2,7)^2}{2,45} = 150 \mu Gy \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

Dla 120 kV otrzymanej wartości odpowiada osłona równoważna **0,38 mm Pb**.

Promieniowanie pierwotne – punkt P₂ (pokój personelu)

$$T = 0,25, U = 1 \quad I \times t = 0,25 \times 587 \text{ mAmin} = 147 \text{ mAmin}$$

$$l = 2,5 \text{ m}$$

$$D = 0,005 \text{ cGy}$$

$$D = 0,95 \text{ cGy}$$

$$y = 0,21$$

$$k = \frac{0,95 \times 147}{0,005 \times 2,5^2} \times 0,21 = 938$$

Dla 120 kV wymagana osłona powinna być równoważna **1,5 mm Pb**

Promieniowanie rozproszone – punkt P₃ (magazynek)

$$T = 0,05, U = 1 \quad I \times t = 0,05 \times 9,8 \text{ mAh} = 0,49 \text{ mAh}$$

$$l = 4,0 \text{ m}$$

$$D = 8,4 \mu Gy \text{ (ogół ludności)}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (4,0)^2}{0,49} = 274 \mu Gy \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

Dla 120 kV otrzymanej wartości odpowiada osłona równoważna **0,25 mm Pb**.

Promieniowanie pierwotne – punkt P₃ (magazynek)

$$T = 0,05, U = 1 \quad I \times t = 0,05 \times 587 \text{ mAmin} = 29,3 \text{ mAmin}$$

$$l = 4,0 \text{ m}$$

$$D = 0,00084 \text{ cGy (ogół ludności)}$$

$$D = 0,95 \text{ cGy}$$

$$y = 0,21$$

$$k = \frac{0,95 \times 29,3}{0,00084 \times 4,0^2} \times 0,21 = 435$$

Dla 120 kV wymagana osłona powinna być równoważna **1,2 mm Pb**

Ściana działowa projektowana B między gabinetem RTG, pokojem personelu i magazynkiem wykonana w konstrukcji murowanej (cegła ceramiczna pełna) równoważna 2 mm Pb stanowi prawidłowe zabezpieczenie przed przenikaniem promieniowania jonizującego.

Drzwi gabinetu RTG do pokoju personelu powinny być równoważne 1,5 mm Pb.

c) Ściana C, okno wglądowe, drzwi (sterownia, kabina pacjentów, WC)

Promieniowanie rozproszone – punkt P₄ (WC)

$$T = 0,25, U = 1 \quad I \times t = 0,25 \times 9,8 \text{ mAh} = 2,45 \text{ mAh}$$

$$l = 4,0 \text{ m}$$

$$D = 8,4 \mu\text{Gy} \text{ (ogół ludności)}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (4,0)^2}{2,45} = 55 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

Dla 120 kV otrzymanej wartości odpowiada osłona równoważna 0,6 mm Pb.

Promieniowanie rozproszone – punkt P₅ (kabina pacjentów)

$$T = 0,05, U = 1 \quad I \times t = 0,05 \times 9,8 \text{ mAh} = 0,49 \text{ mAh}$$

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

$$D = 8,4 \mu\text{Gy} \text{ (ogół ludności)}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (3,5)^2}{0,49} = 210 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

Dla 120 kV otrzymanej wartości odpowiada osłona równoważna 0,3 mm Pb.

Promieniowanie rozproszone – punkt P₆ (sterownia)

$$T = 1, U = 1 \quad I \times t = 9,8 \text{ mAh}$$

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

$$D = 50,4 \mu\text{Gy} \text{ (personel)}$$

$$C_1 = \frac{50,4 \times (3,5)^2}{9,8} = 63 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

Dla 120 kV otrzymanej wartości odpowiada osłona równoważna 0,5 mm Pb.

Promieniowanie rozproszone – punkt P₇ (korytarz)

$$T = 0,25, U = 1 \quad I \times t = 0,25 \times 9,8 \text{ mAh} = 2,45 \text{ mAh}$$

$$l = 5,6 \text{ m}$$

$$D = 8,4 \text{ } \mu\text{Gy (ogół ludności)}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (5,6)^2}{2,45} = 108 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

Dla 120 kV otrzymanej wartości odpowiada osłona równoważna **0,5 mm Pb**.

Ściana działowa C między gabinetem RTG, sterownią i kabiną pacjenta równoważna min. 2 mm Pb nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia.

Szyba ochronna w oknie wglądowym sterowni powinna być równoważna 0,5 mm Pb.

Drzwi sterowni do gabinetu RTG powinny być równoważne 0,5 mm Pb.

Drzwi sterowni do ciemni jasnej nie wymagają osłony antypromiennej.

Drzwi kabiny pacjenta do gabinetu RTG powinny być równoważne 0,5 mm Pb.

Drzwi kabiny pacjenta do korytarza nie wymagają osłony antypromiennej.

d) Ściana działowa D (ciemnia jasna, ciemnia ciemna)

Promieniowanie rozproszone – punkt P₈, P₉

$$T = 1, U = 1 \quad I \times t = 9,8 \text{ mAh}$$

$$l = 2,3 \text{ m}; 3,5 \text{ m (do obliczeń przyjęto mniej korzystną wartość } l = 2,3 \text{ m ciemnia ciemna)}$$

$$D = 50,4 \text{ } \mu\text{Gy} \times 50 \% = 25,2 \text{ } \mu\text{Gy (personel)}$$

$$C_1 = \frac{25,2 \times (2,3)^2}{9,8} = 14 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

Dla 120 kV otrzymanej wartości odpowiada osłona równoważna **1 mm Pb**.

Ściana działowa D między gabinetem RTG, ciemnią jasną i ciemnią ciemną równoważna min. 2 mm Pb nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia.

e) Strop dolny (piwnice techniczne)

Promieniowanie rozproszone pochodzące od wszystkich rodzajów badań rentgenowskich (badania ogólnodiagnostyczne i mammograficzne łącznie)

$$T = 0,05, U = 1 \quad I \times t = 0,05 \times 27,3 \text{ mAh} = 1,37 \text{ mAh}$$

$$l = 2,5 \text{ m}$$

$$D = 8,4 \text{ } \mu\text{Gy (ogół ludności)}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (2,5)^2}{1,37} = 38 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

Dla 120 kV otrzymanej wartości odpowiada osłona równoważna **0,7 mm Pb**.

Promieniowanie pierwotne pochodzące od wszystkich rodzajów badań rentgenowskich (badania ogólnodiagnostyczne i mammograficzne łącznie)

$$T = 0,05, U = 1 \quad I \times t = 0,05 \times 1637 \text{ mAmin} = 81,9 \text{ mAmin}$$

$$l = 3,0 \text{ m}$$

$$D = 0,00084 \text{ cGy (ogół ludności)}$$

$$D = 0,95 \text{ cGy}$$

$$y = 0,21$$

$$k = \frac{0,95 \times 81,9}{0,00084 \times 3,0^2} \times 0,21 = 2161$$

Dla 120 kV wymagana osłona powinna być równoważna **1,8 mm Pb**

Strop dolny równoważny min. 2 mm Pb nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia.

f) Strop górny (gabinety lekarskie)

Promieniowanie rozproszone pochodzące od wszystkich rodzajów badań rentgenowskich (badania ogólnodiagnostyczne i mammograficzne łącznie)

$$T = 1, U = 1 \quad I \times t = 27,3 \text{ mAh}$$

$$l = 2,5 \text{ m}$$

$$D = 8,4 \text{ } \mu\text{Gy (ogół ludności)}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (2,5)^2}{27,3} = 2 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

Dla 120 kV otrzymanej wartości odpowiada osłona równoważna **2 mm Pb**.

Strop górny równoważny min. 2 mm Pb (wyprawa barytowa) nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia

II. GABINET RTG MAMMOGRAFICZNY

g) Ściana zewnętrzna A, okno (pas zieleni – trawnik)

Promieniowanie rozproszone – punkt P₁₀

$$T = 0,05, U = 1 \quad I \times t = 0,05 \times 17,5 \text{ mAh} = 0,875 \text{ mAh}$$

$$l = 3,2 \text{ m}; 6,0 \text{ m (do obliczeń przyjęto mniej korzystną wartość } l = 3,2 \text{ m)}$$

$$D = 8,4 \text{ } \mu\text{Gy (ogół ludności)}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (3,2)^2}{0,875} = 55 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

Otrzymana wartość jest poniżej wartości normalizowanych

Promieniowanie pierwotne – punkt P₁₀

$$T = 0,05, U = 1 \quad I \times t = 0,05 \times 1050 \text{ mAmin} = 52,5 \text{ mAmin}$$

$$l = 3,2 \text{ m}; 6,0 \text{ m (do obliczeń przyjęto mniej korzystną wartość } l = 3,2 \text{ m)}$$

$$D = 0,00084 \text{ cGy (ogół ludności)}$$

$$D = 0,83 \text{ cGy}$$

$$y = 0,22$$

$$k = \frac{0,83 \times 52,5}{0,00084 \times 3,2^2} \times 0,22 = 1115$$

Wymagana osłona powinna być równoważna **0,1 mm Pb**

Ściana A zewnętrzna gabinetu mammograficznego równoważna 3 mm Pb nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia.

Okno gabinetu mammograficznego wychodzące na trawnik powinno być równoważne 0,1 mm Pb.

h) Ściana działowa B (ciemnia jasna, ciemnia ciemna)

O wymaganej osłonności zdecyduje narażenie na promieniowanie rozproszone

Promieniowanie rozproszone – punkt P₁₁, P₁₂

$$T = 1, U = 1 \quad I \times t = 17,5 \text{ mAh}$$

$$l = 1,8 \text{ m}$$

$$D = 50,5 \text{ } \mu\text{Gy} \times 50 \% = 25,2 \text{ } \mu\text{Gy (personel)}$$

$$C_1 = \frac{25,2 \times (1,8)^2}{17,5} = 5 \mu Gy \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

Wymagana osłona powinna być równoważna **0,1 mm Pb**

Ściana działowa B między gabinetem mammograficznym i ciemnią jasną i ciemnią ciemną równoważna min. 2 mm Pb nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia.

i) **Ściana działowa C, drzwi (korytarz)**

Promieniowanie rozproszone – punkt P₁₃

$$T = 0,25, U = 1 \quad I \times t = 0,25 \times 17,5 \text{ mAh} = 4,38 \text{ mAh}$$

$$l = 4,0 \text{ m}$$

$$D = 8,4 \mu Gy \text{ (ogół ludności)}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (4,0)^2}{4,38} = 31 \mu Gy \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

Otrzymana wartość jest poniżej wartości normalizowanych

Promieniowanie pierwotne – punkt P₁₃

$$T = 0,25, U = 1 \quad I \times t = 0,25 \times 1050 \text{ mAmin} = 262,5 \text{ mAmin}$$

$$l = 4,0 \text{ m}$$

$$D = 0,00084 \text{ cGy (ogół ludności)}$$

$$D = 0,83 \text{ cGy}$$

$$y = 0,22$$

$$k = \frac{0,83 \times 262,5}{0,00084 \times 4,0^2} \times 0,22 = 3566$$

Wymagana osłona powinna być równoważna **0,1 mm Pb**

Ściana działowa C między gabinetem mammograficznym i korytarzem równoważna min. 1 mm Pb nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia.

Drzwi gabinetu mammograficznego do korytarza powinny być równoważne 0,5 mm Pb.

- j) Ściana działowa D, drzwi (kabina pacjenta) + ściana działowa międzyabiną pacjenta i korytarzem

Promieniowanie pierwotne – punkt P_{14} (kabina pacjenta)

$$T = 0,05, U = 1 \quad I \times t = 0,05 \times 1050 \text{ mAmin} = 52,5 \text{ mAmin}$$

$$l = 2,3 \text{ m}$$

$$D = 0,00084 \text{ cGy (ogół ludności)}$$

$$D = 0,83 \text{ cGy}$$

$$y = 0,22$$

$$k = \frac{0,83 \times 52,5}{0,00084 \times 2,3^2} \times 0,22 = 2157$$

Wymagana osłona powinna być równoważna **0,1 mm Pb**

Promieniowanie rozproszone – punkt P_{15} (korytarz)

$$T = 0,25, U = 1 \quad I \times t = 0,25 \times 17,5 \text{ mAh} = 4,375 \text{ mAh}$$

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

$$D = 8,4 \mu\text{Gy (ogół ludności)}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (4,7)^2}{4,375} = 42 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

Otrzymana wartość jest poniżej wartości normalizowanych

Promieniowanie pierwotne – punkt P_{15}

$$T = 0,25, U = 1 \quad I \times t = 0,25 \times 1050 \text{ mAmin} = 262,5 \text{ mAmin}$$

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

$$D = 0,00084 \text{ cGy (ogół ludności)}$$

$$D = 0,83 \text{ cGy}$$

$$y = 0,22$$

$$k = \frac{0,83 \times 262,5}{0,00084 \times 4,7^2} \times 0,22 = 2583$$

Wymagana osłona powinna być równoważna **0,1 mm Pb**

Ściana działowa D między gabinetem mammograficznym iabiną pacjenta równoważna 1 mm Pb stanowi prawidłowe zabezpieczenie przed promieniowaniem jonizującym.

Drzwi kabiny pacjenta do gabinetu mammograficznego nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia, gdyż pomieszczenie to używane jest tylko przez osobę aktualnie badaną.

Ściana działowa między kabiną pacjenta gabinetu mammograficznego i korytarzem gr. 120 mm (eq 1 mm Pb) stanowi prawidłowe zabezpieczenie przed promieniowaniem jonizującym.

k) Ściana działowa E (gabinet)

O wymaganej osłonności zdecyduje narażenie na promieniowanie rozproszone

Promieniowanie rozproszone – punkt P_{16}

$T = 1$, $U = 1$ $I \times t = 17,5$ mAh

$l = 1,8$ m

$D = 8,4$ μ Gy (ogół ludności)

$$C_1 = \frac{8,4 \times (1,8)^2}{17,5} = 2 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

Wymagana osłona powinna być równoważna **0,15 mm Pb**

Ściana działowa E między gabinetem mammograficznym i sąsiednim gabinetem równoważna 1 mm Pb nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia.

C. Podsumowanie obliczeń GABINET RTG

Lokalizacja punktu narażenia	osłona	Równoważnik osłony (mm Pb)		
		max. obliczony	min. istniejący / (wyprawa barytowy)	min. dodatkowy zalecany dodatkowy
Pas zieleni (trawnik)	Ściana A	0,4	3,0 -	- -
Pokój personelu	Ściana B Drzwi	0,38 / 1,5 *	2,0 -	- 2,0
Magazynek	Ściana B	0,25 / 1,2 *	2,0	-
WC	Ściana C	0,6	2,0 (wyprawa barytowa)	-
Kabina pacjenta	Ściana C Drzwi	0,3 0,3	2,0 (wyprawa barytowa) -	- 1,0 lub 2,0
Sterownia	Ściana C Okno wglądowe Drzwi	0,5 0,5 0,5	2,0 (wyprawa barytowa) - -	- 1,0 lub 2,0 1,0 lub 2,0
Ciemnia jasna, ciemna	Ściana D	1,0	2,0 (wyprawa barytowa)	-
Gabinety lekarskie	Strop góry	2,0	2,0 (wyprawa barytowa)	-
Piwnice techniczne	Strop dolny	0,7 / 1,8 *	2,0	-

C. Podsumowanie obliczeń GABINET MAMMOGRAFICZNY

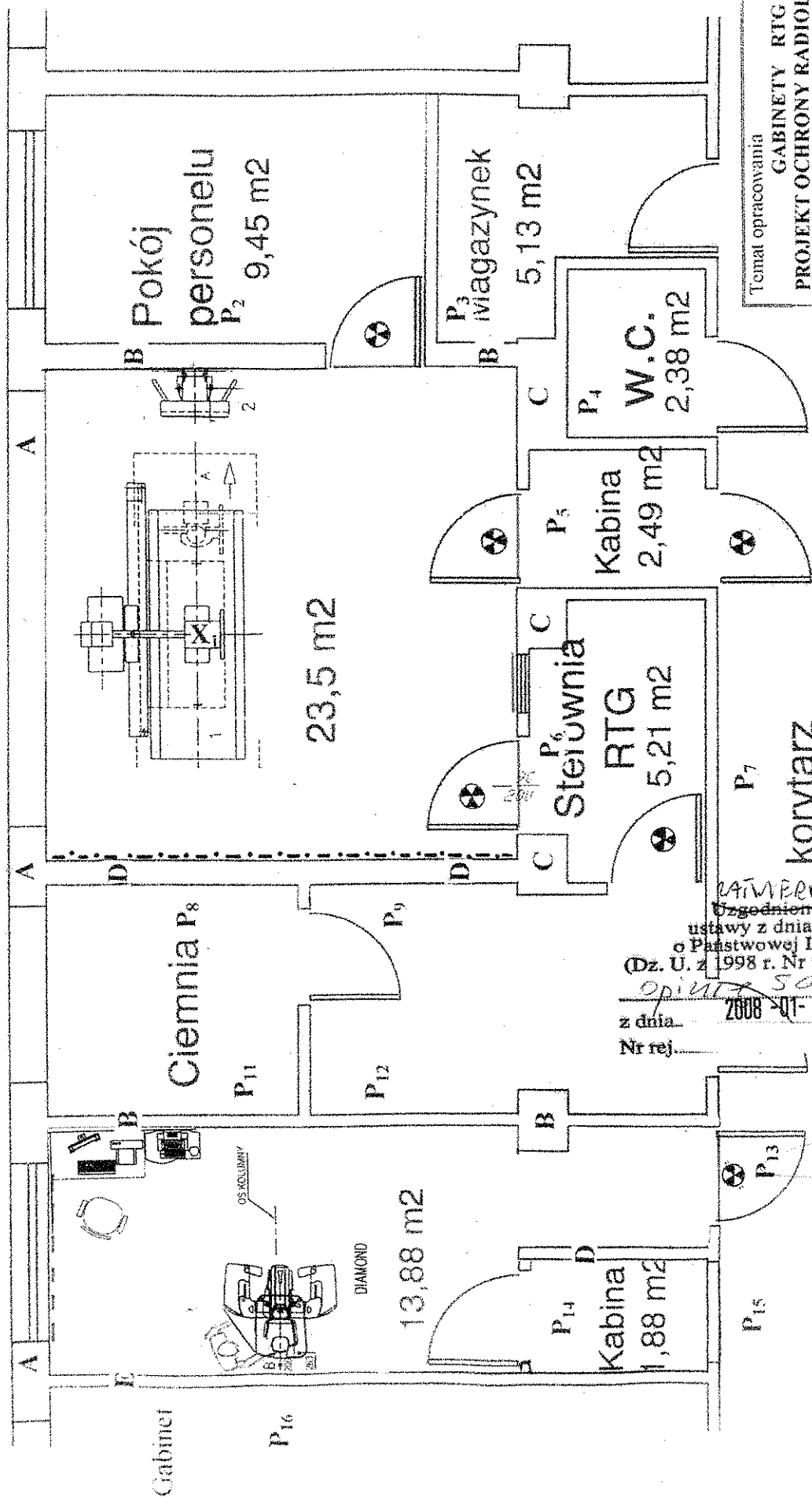
Lokalizacja punktu narażenia	osłona	Równoważnik osłony (mm Pb)		
		max. obliczony	min. istniejący / (wyprawa barytowy)	min. dodatkowy
Pas zieleni (trawnik)	Ściana A Okno	< 0,1 / 0,1 *	3,0	- 0,1
Ciemnia jasna, ciemnia ciemna	Ściana B	0,1	2,0 -	-
Korytarz	Ściana C Drzwi	< 0,1 / 0,1 *	1,0 -	- 0,1
Kabina pacjenta	Ściana D Drzwi	< 0,1 / 0,1 *	1,0 -	- -
Gabinet	Ściana E	0,15	1,0	-
Gabinety lekarskie	Strop górnym	2,0	2,0 -	-
Piwnice techniczne	Strop dolny	0,7 / 1,8 *	2,0	-

* - wartości dla osłony narażonej na promieniowanie pierwotne

Wszelkie ubytki w istniejących konstrukcjach stałych powstałe w trakcie prac montażowych, należy wypełnić betonem lub zabezpieczyć materiałem ochronnym równoważnym min. 1 mm ołowiu.

P₁₀

Trawnik

P₁

Temat opracowania

GABINETY RTG
PROJEKT OCHRONY RADIOLOGSPZSOZ W PŁONSKU
PRZYCHODNIA
PRZYSZPITALNA

Obiekt

Adres

Opracowa

A...-E Ściany wydzielające gab. RTG:

mammograficzny

P₁...-P₁₆ Punkty obliczeniowe

--- Istniejąca dodatk. osłona (tynk barytowy.)

--- Dodatkowa osłona antyX 0,5 mm Pb

--- Dodatkowa osłona antyX 1 mm Pb

--- Dodatkowa osłona antyX 2 mm Pb

--- Znak ostrzegawczy, sygnalizacja świetlna

KATIMPEROZOWO

Uzgodniono na podstawie

ustawy z dnia 14 marca 1985 r.

o Państwowej Inspekcji Sanitarnej

(Dz. U. z 1998 r. Nr 90 poz. 575 z późn. zm.)

opinia sanitarna

z dnia 2008-01-11

Nr rej.