

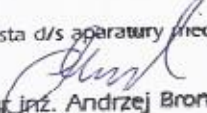
**Pracownia RTG Diagnostyczna
Szpital Św. Anny w Miechowie
ul. Szpitalna 3
32-200 Miechów**

**Projekt osłon stałych
przed promieniowaniem jonizującym.**

**Inwestor: Szpital Św. Anny w Miechowie
ul. Szpitalna 3
32-200 Miechów**

Opracował:

Specjalista d/s aparatury medycznej


mgr inż. Andrzej Broncel

Katowice, grudzień 2010



Handwritten initials or signature

1. Wstęp.....	3
2. Opis obliczeń osłon stałych.....	6
3. Opis pomieszczeń zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie gabinetu rentgenowskiego oraz wykaz istotnych parametrów obliczeniowych, charakteryzujących poszczególne przegrody budowlane.....	7
<i>Tabela 1. Wykaz pomieszczeń pracowni rentgenowskiej oraz innych, zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie gabinetu.</i>	7
<i>Tabela 2. Części pomieszczenia gabinetu RTG, dla których obliczane są osłony stałe oraz opis zabezpieczeń przed promieniowaniem rentgenowskim.</i>	8
<i>Tabela 3. Określenie prawdopodobieństwa przebywania osób za poszczególnymi osłonami.</i>	9
<i>Tabela 4. Określenie rodzaju i prawdopodobieństwa skierowania wiązki promieniowania oraz odległości lampy rtg lub tkanki rozpraszającej od osłony, dla stanowiska stołu do zdjęć kostnych z zawieszeniem sufitowym lampy rtg i statywem do zdjęć płucnych..</i> 10	
<i>Tabela 5. Określenie rodzaju i prawdopodobieństwa skierowania wiązki promieniowania oraz odległości lampy rtg lub tkanki rozpraszającej od osłony, dla stanowiska ścianki klasycznej do fluoroskopii i radiografii</i>	11
<i>Tabela 6. Określenie rodzaju i prawdopodobieństwa skierowania wiązki promieniowania oraz odległości lampy rtg lub tkanki rozpraszającej od osłony, dla stanowiska aparatu rtg do stomatologicznych zdjęć punktowych</i>	12
4. Założenia przyjęte do obliczeń dla stanowiska stołu do zdjęć kostnych z zawieszeniem sufitowym lampy rtg i statywem do zdjęć płucnych.....	12
5. Obliczenia dla stanowiska stołu do zdjęć kostnych z zawieszeniem sufitowym lampy rtg i statywem do zdjęć płucnych	13
<i>Tabela 7. Obliczone grubości osłon dla stanowiska stołu do zdjęć kostnych z zawieszeniem sufitowym lampy rtg i statywem do zdjęć płucnych</i>	15
6. Założenia przyjęte do obliczeń dla stanowiska ścianki klasycznej do fluoroskopii i radiografii	16
7. Obliczenia dla stanowiska ścianki klasycznej do fluoroskopii i radiografii	16
<i>Tabela 8. Obliczone grubości osłon dla stanowiska ścianki klasycznej do fluoroskopii i radiografii</i>	18
8. Założenia przyjęte do obliczeń dla stanowiska aparatu rtg do stomatologicznych zdjęć punktowych	19
9. Obliczenia dla stanowiska aparatu rtg do stomatologicznych zdjęć punktowych	19
<i>Tabela 9. Obliczone grubości osłon dla stanowiska aparatu rtg do stomatologicznych zdjęć punktowych</i>	21
10. Opis zbiorczy osłon stałych.....	22
<i>Tabela 10. Opis zbiorczy osłon stałych.</i>	22
11. Opis wymagań dodatkowych	24
Rys.1A\B. Układ pomieszczeń oraz usytuowanie podzespołów zestawu rentgenowskiego ze stołem kostnym typu Cartesius z zawieszeniem sufitowym lampy rtg, statywem do zdjęć odległościowych, ścianką klasyczną do fluoroskopii i radiografii oraz aparatem do stomatologicznych zdjęć punktowych.	
Rys.2. Układ pomieszczeń oraz oznaczenie ochron stałych przed promieniowaniem rentgenowskim.	



1. Wstęp

Przedmiotem niniejszego opracowania są obliczenia projektowe, dotyczące osłon stałych przed promieniowaniem rentgenowskim dla Pracowni RTG Diagnostycznej w Szpitalu Św. Anny w Miechowie, przy ul. Szpitalnej 3.

Dokumentacja projektowa została wykonana w związku z wycofaniem z użytku zestawu rtg typu TUR D-801 (ścianka klasyczna do radiografii i prześwietleń oraz stół kostny ze statywem do zdjęć odległościowych) oraz instalacją nowoczesnego zestawu rentgenowskiego ze stołem do zdjęć kostnych, zawieszeniem sufitowym lampy rtg, statywem do zdjęć odległościowych oraz ścianką klasyczną do prześwietleń i generatorem wysokoczęstotliwościowym.

Po zmianie wyposażenia aparaturowego w gabinecie rtg będzie eksploatowany zestaw rentgenowski jak poniżej:

- 1). Stół do zdjęć kostnych
 - producent: Gilardoni
 - typ: CARTESIUS
- 2). Statyw do zdjęć odległościowych
 - producent: Gilardoni
 - typ: LRE 24 z kratką bucky 35x43cm
- 3). Zawieszenie sufitowe lampy rtg
 - producent: Gilardoni
 - typ: EP-150
- 4). Generator rentgenowski
 - producent: Gilardoni
 - typ: DILOGIX HF 50
- 5). Ścianka klasyczna do fluoroskopii i radiografii
 - producent: Villa Sistemi Medicali
 - typ: Viromatic
- 6). Aparat rtg do stomatologicznych zdjęć punktowych,
 - producent: Planmeca Oy
 - typ: Planmeca Intra

Powyższa konfiguracja aparatury rentgenowskiej umożliwi realizację procedur diagnostyki obrazowej w zakresie:

- zdjęcia rtg na stole do badań kostnych oraz przy statywie do zdjęć odległościowych, usytuowanym prostopadle do osi stołu kostnego, z wykorzystaniem zawieszenia sufitowego lampy rentgenowskiej;
- prześwietlenia fluoroskopijne z możliwością dokumentacji radiograficznej badań, z wykorzystaniem ścianki klasycznej, pozwalającej na pracę w zakresie pochyleń blatu od -15 do 90°;
- stomatologiczne zdjęcia punktowe.



Projekt został wykonany w oparciu o następujące normy, przepisy i opracowania:

- [1]. Norma PN-86 / J – 80001: „Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych”;
- [2]. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005r. „w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego” (Dz.U. 2005 nr 20 poz. 168);
- [3]. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 25 sierpnia 2005 r. „w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej”(Dz.U. 2005 nr 194 poz. 1624 i 1625);
- [4]. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. „w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego”;
- [5]. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. „w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi”.
- [6]. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 10 listopada 2006 r. „w sprawie wymagań jakim powinny odpowiadać pod względem fachowym i sanitarnym pomieszczenia i urządzenia zakładu opieki zdrowotnej”, wraz ze zmianami z dnia 15 lutego 2008r.
- [7]. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 27 marca 2008 r. „w sprawie minimalnych wymagań dla jednostek ochrony zdrowia udzielających świadczeń zdrowotnych z zakresu rentgenodiagnostyki, radiologii zabiegowej oraz diagnostyki i terapii radioizotopowej chorób nienowotworowych” (Dz.U. 2008 nr 59, Poz. 365).
- [8]. Ustawa pt.: "Prawo atomowe" (Dz. U. z 2007 r. Nr 42, poz. 276 z dnia 29 listopada 2000r.), ze zmianami z dnia 11 kwietnia 2008 r. (Dz.U. 2008 r. Nr 93, poz. 583).
- [9]. Projekt osłon stałych wykonany we wrześniu 1974r., przez Biuro Projektów Służby Zdrowia w Krakowie przy ul. Cybulskiego.
- [10]. Projekt osłon stałych nr PR/9-22/2007 autorstwa Specjalistycznej Pracowni Projektowej „RADMED” zlokalizowanej w Krakowie przy ul. Bogusławskiego 3/7A.

Dokumentacja zawiera szczegółowe informacje z zakresu:

- Lokalizacji Pracowni RTG;
- Obliczeń osłon stałych przed promieniowaniem rentgenowskim z uwzględnieniem danych technicznych aparatury rentgenowskiej i technologii pracy ze źródłami promieniowania rentgenowskiego;
- Funkcjonalnego usytuowania aparatury rentgenowskiej w Pracowni RTG, w oparciu o obowiązujące przepisy i normy dotyczące pracy personelu obsługującego aparaturę rentgenowską, przy uwzględnieniu dokumentacji technicznej opracowanej przez producenta aparatury rtg;
- Podstawowego wyposażenia Pracowni RTG.

Do obliczeń osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym przyjęto dane uwzględniające najbardziej niekorzystne z punktu widzenia ochrony radiologicznej warunki pracy aparatury rentgenowskiej.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. „w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi” dawka graniczna, wyrażona jako efektywny równoważnik dawki w ciągu 12 miesięcy wynosi:

- dla osób pracujących w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej (poza gabinetem rtg), w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące: 3 mSv, co daje ok. 0,0577 mSv / tydz.;
- dla ogółu ludności: 0,5 mSv, co daje ok. 0,0096 mSv / tydz.;

Dawce w powietrzu równej 0,087 cGy odpowiada równoważnik dawki 1 mSv.

Wykorzystywane w dalszych obliczeniach, dopuszczalne wartości operacyjnych dawek tygodniowych wynoszą:

- dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące:
 $D = 0,0577 \times 0,087 \approx 0,00502 \text{ cGy}$
- dla ogółu ludności:
 $D = 0,0096 \times 0,087 \approx 0,000837 \text{ cGy}$



2. Opis obliczeń osłon stałych.

Obliczenia wykonano w oparciu o normę PN – 86 / J – 80001 „Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych.”

Przyjęte oznaczenia i symbole są zgodne z tą normą.

Krotność "k" osłabienia promieniowania przez osłonę

$$k = \frac{D' \cdot I \cdot t}{D \cdot l^2} \cdot y \quad [\text{wzór 1}]$$

Zredukowana moc dawki C_1 :

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} \quad [\text{wzór 2}]$$

Czas "t" narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia:

$$t = T \cdot U \cdot t_0 \quad [\text{wzór 3}]$$

w których:

- D' – moc dawki w odległości 1m od ogniska lampy, przeliczona dla prądu anodowego 1mA, [cGy min⁻¹ m² mA⁻¹]
- I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej, [mA]
- D – dawka tygodniowa przyjęta do obliczeń osłon [cGy]
- l – najmniejsza odległość ogniska lampy [wzór 1] albo najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie [wzór 2] od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, [m]
- y – współczynnik osłabienia w ośrodku
- T – współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania osób w osłanianym miejscu
- U – współczynnik prawdopodobieństwa skierowania wiązki użytecznej promieniowania w kierunku obliczanej osłony;
- t_0 – maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jednej zmianie, [s, min lub h].



3. Opis pomieszczeń zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie gabinetu rentgenowskiego oraz wykaz istotnych parametrów obliczeniowych, charakteryzujących poszczególne przegrody budowlane.

Tabela 1. WYKAZ POMIESZCZEŃ PRACOWNI RENTGENOWSKIEJ ORAZ INNYCH, ZLOKALIZOWANYCH W BEZPOŚREDNIM SĄSIEDZTWIE GABINETU.

L.p.	Nazwa	Powierzchnia [m ²]
1.	Gabinet RTG.	45,8
2.	Sterownia.	5,8
3.	Ciemnia rtg.	8,4
4.	Pomieszczenie magazynowe	14,4
5.	Kabina pacjenta.	2,5
6.	Kabina pacjenta.	2,5
7.	Pomieszczenie magazynowe.	-
8.	WC dla Personelu.	-
9.	Barytownia.	-
10.	Korytarz	-
11.	Nad Pracownią RTG: pomieszczenie Szkoły Rodzenia oraz Pracownia Cytologiczna.	-
12.	Pod Pracownią RTG: pomieszczenie Laboratorium Analitycznego.	-
Wysokość pomieszczeń: 2,9 [m].		

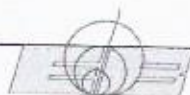


Tabela 2. CZĘŚCI POMIESZCZENIA GABINETU RTG, DLA KTÓRYCH OBLICZANE SĄ OSŁONY STAŁE ORAZ OPIS ZABEZPIECZEŃ PRZED PROMIENIOWANIEM RENTGENOWSKIM.

Osłona.	Miejsce znajdujące się za osłoną	Ekwiwalentu grubości Pb dla ścian, stropów oraz dodatkowych elementów ochronnych zastosowanych lub projektowanych dla Pracowni RTG. [mm Pb]
Ściana IA	Ciemnia RTG	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 20mm => 1,8 mmPb ⁽¹⁾⁽²⁾
		Przepust kasetowy z blachą 1,0 mmPb
Ściana IB	Pomieszczenie magazynowe	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 20mm => 1,8 mmPb
		Dodatkowa płyta ochronna z blachą 1,0 mmPb
Ściana II	Wolna przestrzeń na zewnątrz budynku.	Gazobeton grubości około 30cm + warstwy tynku wewn. i zewn. ⁽³⁾
		Okna w ścianie zewnętrznej bez dodatkowych elementów ochronnych => 0 mmPb ⁽³⁾
Ściana IIIA	Sterownia.	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 18mm => 1,6 mmPb
		Okno ochronne z szybą ołowiową 1,6 mmPb
		Drzwi ochronne z blachą 1,0 mmPb
Ściana IIIB	Barytownia.	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 18mm => 1,6 mmPb
		Drzwi ochronne z blachą 1,0 mmPb
Ściana IVA	WC.	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 22mm => 1,9 mmPb
		Drzwi ochronne z blachą 1,0 mmPb
Ściana IVB	Pomieszczenie magazynowe.	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 22mm => 1,9 mmPb
		Drzwi ochronne z blachą 1,0 mmPb
Ściana IVC	Kabina pacjenta 2.	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 22mm => 1,9 mmPb
		Drzwi ochronne z blachą 1,5 mmPb
		Drzwi ochronne z blachą 1,5 mmPb
Ściana IVD	Kabina Pacjenta 1.	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 32mm => 2,5 mmPb
Ściana IVE	Korytarz z poczekalnią.	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 20mm => 1,8 mmPb
		Drzwi ochronne z blachą 1,0 mmPb
Podłoga	Laboratorium Analityczne.	Płyty stropowe, kanałowe, typu Żerań odpowiadające grubości ok. 5 cm betonu + wylewka barytobetonowa gr. 40mm => 3,3 mmPb ^{(2) (4)}
Sufit	Pomieszczenie Szkoły Rodzenia oraz Pracownia Cytologiczna.	Płyty stropowe, kanałowe, typu Żerań odpowiadające grubości ok. 5 cm betonu + wylewka barytobetonowa gr. 33mm => 2,9 mmPb

- ⁽¹⁾ - Do wyznaczenia ekwiwalentu wyrażonego w grubości Pb przyjęte zostały odpowiednio wartości z Tabeli nr 9 Normy PN-86j-80001, dla osłon z cegły o gęstości 1,6 g/cm³.
- ⁽²⁾ - Jak w pkt ⁽¹⁾, odpowiednio wartości z Tabeli nr 6 Normy, dla osłon z barytobetonu o gęstości 2,7g/cm³.
- ⁽³⁾ - Gabinet rtg jest zlokalizowany na III piętrze budynku, a najbliższe zabudowania za ścianą zewnętrzną gabinetu są zlokalizowane w odległości kilkudziesięciu metrów, wobec czego dla ściany zewnętrznej wraz z oknami nie są prowadzone obliczenia osłon stałych i nie jest przewidywane stosowanie dodatkowych elementów ochronnych.
- ⁽⁴⁾ - Jak w pkt ⁽¹⁾, odpowiednio wartości z Tabeli nr 7 Normy, dla osłon z betonu o gęstości 2,1g/cm³.



Tabela 3. OKREŚLENIE PRAWDOPODOBIENSTWA PRZEBYWANIA OSÓB ZA POSZCZEGÓLNYMI OSŁONAMI.

Oznaczenie osłony stałej	Miejsce znajdujące się za osłoną	Ewentualne osoby przebywające za osłoną.	Prawdopodobieństwo przebywania osób
IA	Ciemnia RTG	Personel pracowni	1
IB	Pomieszczenie magazynowe	Personel pracowni	0,25 ⁽¹⁾
II	Wolna przestrzeń na zewnątrz budynku.	Osoby spoza pracowni	0,05 ⁽²⁾
IIIA	Sterownia.	Personel pracowni	1
IIIB	Barytownia.	Personel pracowni	1
IVA	WC.	Osoby spoza pracowni	0,25 ⁽²⁾
IVB	Pomieszczenie magazynowe.	Personel pracowni	0,25
IVC	Kabina pacjenta 2.	Osoby spoza pracowni	1
IVD	Kabina Pacjenta 1.	Osoby spoza pracowni	1
IVE	Korytarz z poczekalnią.	Osoby spoza pracowni	0,25 ⁽²⁾
Podłoga	Laboratorium Analityczne.	Osoby spoza pracowni	1
Sufit	Pomieszczenie Szkoły Rodzenia oraz Pracownia Cytologiczna.	Osoby spoza pracowni	1

⁽¹⁾- Na podstawie informacji uzyskanych od Personelu Pracowni RTG, zakłada się, że pomieszczenia magazynowe znajdujące się w obrębie Pracowni są wykorzystywane sporadycznie.

⁽²⁾- Prawdopodobieństwa przyjęto na podstawie wartości współczynnika T przewidywanych wg. Normy [1].

Tabela 4. OKREŚLENIE RODZAJU I PRAWDOPODOBIENSTWA SKIEROWANIA WIĄZKI PROMIENIOWANIA ORAZ ODLEGŁOŚCI LAMPY RTG LUB TKANKI ROZPRASZAJĄCEJ OD OSŁONY, DLA STANOWISKA STOŁU DO ZDJĘĆ KOSTNYCH Z ZAWIESZENIEM SUFITOWYM LAMPY RTG I STATYWEM DO ZDJĘĆ PŁUCNYCH

Oznaczenie osłony stałej	Promieniowanie	Prawdopodobieństwo U skierowania wiązki promieniowania na osłonę (zgodnie z rodzajem prom.)	Odległość [m]
IA	rozproszone	1	1,60 ⁽²⁾
IB	pierwotne	0,5 ⁽¹⁾	1,50
II	rozproszone	1	1,50
IIIA	rozproszone	1	5,40
IIIB	rozproszone	1	5,40
IVA	rozproszone	1	4,30
IVB	rozproszone	1	2,80
IVC	rozproszone	1	1,75
IVD	rozproszone	1	1,50
IVE	rozproszone	1	2,95
Podłoga	pierwotne	0,5 ⁽¹⁾	1,50 ⁽³⁾
Sufit	rozproszone	1	1,55 ⁽⁴⁾

- ⁽¹⁾ - Prawdopodobieństwa U skierowania wiązki pierwotnej promieniowania dla ściany IB oraz podłogi zostały przyjęte na podstawie przewidywanej przez Użytkownika relacji pomiędzy ilością badań wykonywanych odpowiednio na stanowisku statywu do zdjęć płucnych (promień centralny skierowany na ścianę IB) oraz stołu kostnego (promień centralny skierowany na podłogę).
- ⁽²⁾ - Odległości dla poszczególnych ścian zostały określone dla najbardziej niekorzystnych, tj. najbliższych możliwych położenia lampy rtg.
- ⁽³⁾ - Odległość dla podłogi została określona dla minimalnej wysokości blatu (około 50 cm) oraz typowej odległości SID100 cm.
- ⁽⁴⁾ - Odległość od obiektów rozpraszających promieniowanie do sufitu została określona uwzględniając poniższe parametry badań na stole kostnym oraz przy statywie płucnym,:
- maksymalna wysokość blatu stołu kostnego: około 85cm;
 - grubość obiektów rozpraszających promieniowanie: do 30cm;
 - typowa odległość osi poziomej wiązki pierwotnej promieniowania od podłogi, dla badań przy statywie płucnym: 150cm;
 - wysokość pomieszczenia gabinetu rtg: 290cm.

Przyjęta ostatecznie odległość od obiektów rozpraszających promieniowanie do stropu została wyznaczona jako wartość średniej ważonej.



Tabela 5. OKREŚLENIE RODZAJU I PRAWDOPODOBIEŃSTWA SKIEROWANIA WIĄZKI PROMIENIOWANIA ORAZ ODLEGŁOŚCI LAMPY RTG LUB TKANKI ROZPRASZAJĄCEJ OD OSŁONY, DLA STANOWISKA ŚCIANKI KLASYCZNEJ DO FLUOROSKOPII I RADIOGRAFII

Oznaczenie osłony stałej	Promieniowanie	Prawdopodobieństwo U skierowania wiązki promieniowania na osłonę (zgodnie z rodzajem prom.)	Odległość [m]
IA	pierwotne	0,5 ⁽¹⁾	6,50 ⁽²⁾
IA	rozproszone	1 ⁽³⁾	5,70
IB	pierwotne	0,5 ⁽¹⁾	6,50
II	rozproszone	1	3,10
IIIA	rozproszone	1	2,15
IIIB	rozproszone	1	2,15
IVA	rozproszone	1	1,60
IVB	rozproszone	1	1,50
IVC	rozproszone	1	1,80
IVD	rozproszone	1	- ⁽⁴⁾
IVE	rozproszone	1	- ⁽⁴⁾
Podłoga	rozproszone	1	0,90 ⁽⁵⁾
Sufit	pierwotne	0,5 ⁽¹⁾	2,40 ⁽⁶⁾

- ⁽¹⁾ - Prawdopodobieństwa U skierowania wiązki pierwotnej promieniowania dla ścian IA, IB oraz sufitu zostały przyjęte na podstawie przewidywanej przez Użytkownika relacji pomiędzy ilością badań wykonywanych odpowiednio w pozycji poziomej aparatu (promień centralny skierowany w górę) oraz pionowej (promień centralny skierowany na ściany IA i IB).
- ⁽²⁾ - Odległości dla poszczególnych ścian zostały określone dla najbardziej niekorzystnych, tj. najbliższych możliwych położenia lampy rtg.
- ⁽³⁾ - Dodatkowe obliczenia dotyczące ściany IA, dla obszaru, w którym zainstalowany jest przepust kasetowy, zostały przeprowadzone dla stanowiska ścianki klasycznej biorąc pod uwagę występowanie w tym miejscu wyłącznie promieniowania rozproszonego. Granice obszaru oddziaływania wiązki pierwotnej promieniowania dla stanowiska ścianki klasycznej zostały uwidocznione na rys. nr 1B.
- ⁽⁴⁾ - Dla stanowiska ścianki klasycznej, zainstalowanej w położeniu jak na rysunku 1, ściany IVD i IVE znajdują się poza zasięgiem działania zarówno wiązki pierwotnej promieniowania jak i promieniowania rozproszonego na obiektach prześwietlanych. Z uwagi na powyższe, dla stanowiska ścianki klasycznej ściany IVD i IVE zostają wyłączone z obliczeń.
- ⁽⁵⁾ - Odległość obiektów rozpraszających promieniowanie od podłogi została określona uwzględniając ułożenie pacjenta na blacie ścianki klasycznej na wysokości około 90cm.
- ⁽⁶⁾ - Odległość ogniska lampy rtg została określona uwzględniając miejsce zamocowania lampy na wysokości około 50cm ponad powierzchnią podłogi:



Tabela 6. OKREŚLENIE RODZAJU I PRAWDOPODOBIEŃSTWA SKIEROWANIA WIĄZKI PROMIENIOWANIA ORAZ ODLEGŁOŚCI LAMPY RTG LUB TKANKI ROZPRASZAJĄCEJ OD OSŁONY, DLA STANOWISKA APARATU RTG DO STOMATOLOGICZNYCH ZDJĘĆ PUNKTOWYCH

Oznaczenie osłony stałej	Promieniowanie	Prawdopodobieństwo U skierowania wiązki promieniowania na osłonę (zgodnie z rodzajem prom.)	Odległość [m]
IA	pierwotne	1	7,00
IB	pierwotne	1	6,40
II	pierwotne	1	0,85
IIIA	pierwotne	1	3,30
IIIB	pierwotne	1	4,60
IVA	pierwotne	1	4,45
IVB	pierwotne	1	4,10
IVC	pierwotne	1	4,10
IVD	pierwotne	1	- (*)
IVE	pierwotne	1	7,40
Podłoga	pierwotne	1	1,0
Sufit	pierwotne	1	1,50

(*) – Dla aparatu rtg do stomatologicznych zdjęć punktowych, zainstalowanego w położeniu jak na rysunku 1, ściana IVD znajduje się poza zasięgiem działania zarówno wiązki pierwotnej promieniowania jak i promieniowania rozproszonego na obiektach prześwietlanych. Z uwagi na powyższe, dla aparatu rtg do stomatologicznych zdjęć punktowych ściana IVD zostaje wyłączone z obliczeń.

4. Założenia przyjęte do obliczeń dla stanowiska stołu do zdjęć kostnych z zawieszeniem sufitowym lampy rtg i statywem do zdjęć płucnych

- filtracja zewnętrzna: 2,5 mmAl (ze względu na dane dostępne w normie, do obliczeń przyjęto 0,1 mmCu);
- maksymalne napięcie lampy rtg: 125 kV;
- ilość mAs na jedno zdjęcie: 30 mAs/zdjęcie;
- ilość ekspozycji radiograficznych dla jednej zmiany personelu: 300 zdjęć / tydzień;
- tygodniowy czas pracy dla jednej zmiany personelu: 5 godz./ dzień * 5 dni / tydzień;
- $I \cdot t_0 = 30 \text{ mAs} / \text{zdjęcie} * 300 \text{ zdjęć} / \text{tydzień} = 9000 \text{ mAs} / \text{tydzień} = 150 \text{ mAmin} / \text{tydzień} = 2,50 \text{ mAh} / \text{tydzień}$;



5. Obliczenia dla stanowiska stołu do zdjęć kostnych z zawieszeniem sufitowym lampy rtg i statywem do zdjęć płucnych

k -ze wzoru [1] dla promieniowania pierwotnego

Dane obliczeniowe:

$D' = 1,025 [\text{cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$ – wartość interpolowana z Tablicy 3 w Normie;

$I \cdot t_0 = 150 [\text{mAmin}]$;

$T = 1$ dla miejsc stałego przebywania ludzi;

$T = 0,25$ dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi;

$T = 0,05$ dla miejsc krótkotrwałego przebywania ludzi;

$U = 1$;

$y = 1$;

$D = 0,00402 [\text{cGy}]$ – dla osób zawodowo narażonych;

$D = 0,000670 [\text{cGy}]$ – dla ogółu ludności;

Uwaga: Ze względu na wykorzystywanie w przedmiotowym gabinecie rtg trzech źródeł promieniowania rentgenowskiego, dla stanowiska stołu do zdjęć kostnych z zawieszeniem sufitowym lampy rtg i statywem do zdjęć płucnych, przyjęto do obliczeń 80% wartości dopuszczalnych dawek tygodniowych. Podział procentowy dopuszczalnej dawki tygodniowej na poszczególne stanowiska rtg został przyjęty na podstawie danych statystycznych o ilości badań na poszczególnych stanowiskach rentgenowskich.

C_1 – ze wzoru [2] dla promieniowania rozproszonego;

Dane obliczeniowe:

$I \cdot t_0 = 2,5 [\text{mAh}]$;

$T = 1$ dla miejsc stałego przebywania ludzi;

$T = 0,25$ dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi;

$T = 0,05$ dla miejsc krótkotrwałego przebywania ludzi;

$U = 1$;

$y = 1$;

$D = 0,00402 [\text{cGy}]$ – dla osób zawodowo narażonych;

$D = 0,000670 [\text{cGy}]$ – dla ogółu ludności;



Zgodnie z wzorami [1] i [2] oraz przyjętymi jednostkami wielkości występujących w tych wzorach, krotkość „k” osłabienia promieniowania jest wielkością bezwymiarową, a jednostką zredukowanej mocy dawki „C₁” jest cGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹.

Ściana IA –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,00402 \cdot 1,60^2}{2,50 \cdot 1 \cdot 1} = 0,00412 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 41,2 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IB –wzór [1]:

$$k = \frac{1,025 \cdot 150 \cdot 0,5 \cdot 0,25}{0,00402 \cdot 1,50^2} \cdot 1 = 2127$$

Ściana II –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,000670 \cdot 1,50^2}{2,50 \cdot 0,05 \cdot 1} = 0,01206 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 120,6 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IIIA –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,00402 \cdot 5,40^2}{2,50 \cdot 1 \cdot 1} = 0,04689 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 468,9 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IIIB –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,00402 \cdot 5,40^2}{2,50 \cdot 1 \cdot 1} = 0,04689 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 468,9 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IVA –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,000670 \cdot 4,30^2}{2,50 \cdot 0,25 \cdot 1} = 0,01982 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 198,2 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IVB –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,00402 \cdot 2,80^2}{2,50 \cdot 0,25 \cdot 1} = 0,05043 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 504,3 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IVC –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,000670 \cdot 1,75^2}{2,50 \cdot 1 \cdot 1} = 0,00082 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 8,2 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IVD –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,000670 \cdot 1,50^2}{2,50 \cdot 1 \cdot 1} = 0,00060 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 6,0 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IVE –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,000670 \cdot 2,95^2}{2,50 \cdot 0,25 \cdot 1} = 0,00933 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 93,3 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Podłoga –wzór [1]:

$$k = \frac{1,025 \cdot 150 \cdot 0,5 \cdot 1}{0,000670 \cdot 1,50^2} \cdot 1 = 50995$$

Sufit –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,000670 \cdot 1,55^2}{2,50 \cdot 1 \cdot 1} = 0,00064 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 6,4 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$



Tabela 7. OBLICZONE GRUBOŚCI OSŁON DLA STANOWISKA STOŁU DO ZDJĘĆ KOSTNYCH Z ZAWIESZENIEM SUFITOWYM LAMPY RTG I STATYWEM DO ZDJĘĆ PŁUCNYCH

Ostona	Rodzaj promieniowania	D' [cGy·min ⁻¹ ·m ² ·mA ⁻¹]	I·t ₀ [mA·min]	T	U	D [cGy]	l [m]	k	C ₁ [μGy·h ⁻¹ ·m ² ·mA ⁻¹]	Grubość Pb [mm]
Ściana IA	rozproszone	-	2,5mA·h	1	1	0,00402	1,60	-	41,2	0,6
Ściana IB	pierwotne	1,025	150 mA·min	0,25	0,5	0,004016	1,50	2127	-	1,8
Ściana II	rozproszone	-	2,5mA·h	0,05	1	0,000670	1,50	-	120,6	0,4
Ściana IIIA	rozproszone	-	2,5mA·h	1	1	0,004016	5,40	-	468,9	0,2
Ściana IIIB	rozproszone	-	2,5mA·h	1	1	0,004016	5,40	-	468,9	0,2
Ściana IVA	rozproszone	-	2,5mA·h	0,25	1	0,000670	4,30	-	198,2	0,35
Ściana IVB	rozproszone	-	2,5mA·h	0,25	1	0,004016	2,80	-	504,3	0,2
Ściana IVC	rozproszone	-	2,5mA·h	1	1	0,000670	1,75	-	8,2	1,2
Ściana IVD	rozproszone	-	2,5mA·h	1	1	0,000670	1,50	-	6,0	1,4
Ściana IVE	rozproszone	-	2,5mA·h	0,25	1	0,000670	2,95	-	93,3	0,45
Podłoga	pierwotne	1,025	150 mA·min	1	0,5	0,000670	1,50	50995	-	3,2
Sufit	rozproszone	-	2,5mA·h	1	1	0,000670	1,55	-	6,4	1,35



6. Założenia przyjęte do obliczeń dla stanowiska ścianki klasycznej do fluoroskopii i radiografii

- filtracja zewnętrzna: 2,5 mmAl (ze względu na dane dostępne w normie, do obliczeń przyjęto 0,1 mmCu);
- maksymalne napięcie lampy rtg: 125 kV;
- ilość mAs na jedno zdjęcie: 30 mAs / zdjęcie;
- ilość mAs na jedno prześwietlenie: 600 mAs / prześwietlenie;
- ilość ekspozycji radiograficznych dla jednej zmiany personelu: 4 zdjęć / tydzień;
- ilość ekspozycji fluoroskopijnych dla jednej zmiany personelu: 1 prześwietlenie / tydzień;
- tygodniowy czas pracy dla jednej zmiany personelu: 5 godz./ dzień * 5 dni / tydzień;
- $I \cdot t_0 = 30 \text{ mAs} / \text{zdjęcie} * 4 \text{ zdjęć} / \text{tydzień} + 600 \text{ mAs} / \text{prześwietlenie} * 1 \text{ prześwietlenie} / \text{tydzień} = 720 \text{ mAs} / \text{tydzień} = 12 \text{ mAmin} / \text{tydzień} = 0,20 \text{ mAh} / \text{tydzień}$;

7. Obliczenia dla stanowiska ścianki klasycznej do fluoroskopii i radiografii

k -ze wzoru [1] dla promieniowania pierwotnego

Dane obliczeniowe:

$D' = 1,025 [\text{cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$ – wartość interpolowana z Tablicy 3 w Normie;

$I \cdot t_0 = 12 [\text{mAmin}]$;

$T = 1$ dla miejsc stałego przebywania ludzi;

$T = 0,25$ dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi;

$T = 0,05$ dla miejsc krótkotrwałego przebywania ludzi;

$U = 1$;

$y = 1$;

$D = 0,00050 [\text{cGy}]$ – dla osób zawodowo narażonych;

$D = 0,000084 [\text{cGy}]$ – dla ogółu ludności;

Uwaga: Ze względu na wykorzystywanie w przedmiotowym gabinecie rtg trzech źródeł promieniowania rentgenowskiego, dla stanowiska ścianki klasycznej do fluoroskopii i radiografii przyjęto do obliczeń 10% wartości dopuszczalnych dawek tygodniowych. Podział procentowy dopuszczalnej dawki tygodniowej na poszczególne stanowiska rtg został przyjęty na podstawie danych statystycznych o ilości badań na poszczególnych stanowiskach rentgenowskich.

C_1 – ze wzoru [2] dla promieniowania rozproszonego;

Dane obliczeniowe:

$I \cdot t_0 = 0,2 [\text{mAh}]$;

$T = 1$ dla miejsc stałego przebywania ludzi;

$T = 0,25$ dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi;

$T = 0,05$ dla miejsc krótkotrwałego przebywania ludzi;

$U = 1$;

$y = 1$;

$D = 0,00050 [\text{cGy}]$ – dla osób zawodowo narażonych;

$D = 0,000084 [\text{cGy}]$ – dla ogółu ludności;



Zgodnie z wzorami [1] i [2] oraz przyjętymi jednostkami wielkości występujących w tych wzorach, krotność „k” osłabienia promieniowania jest wielkością bezwymiarową, a jednostką zredukowanej mocy dawki „C₁” jest cGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹.

Ściana IA –wzór [1]:

$$k = \frac{1,025 \cdot 12 \cdot 0,5 \cdot 1}{0,00050 \cdot 6,50^2} \cdot 1 = 290$$

Ściana IA –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,00050 \cdot 5,70^2}{0,20 \cdot 1 \cdot 1} = 0,08123 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 812,3 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IB –wzór [1]:

$$k = \frac{1,025 \cdot 12 \cdot 0,5 \cdot 0,25}{0,00050 \cdot 6,50^2} \cdot 1 = 72$$

Ściana II –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,000084 \cdot 3,10^2}{0,20 \cdot 0,05 \cdot 1} = 0,08072 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 807,2 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IIIA –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,00050 \cdot 2,15^2}{0,20 \cdot 1 \cdot 1} = 0,01156 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 115,6 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IIIB –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,00050 \cdot 2,15^2}{0,20 \cdot 1 \cdot 1} = 0,01156 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 115,6 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IVA –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,000084 \cdot 1,60^2}{0,20 \cdot 0,25 \cdot 1} = 0,00430 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 43,0 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IVB –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,00050 \cdot 1,50^2}{0,20 \cdot 0,25 \cdot 1} = 0,02250 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 225,0 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IVC –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,000084 \cdot 1,80^2}{0,20 \cdot 1 \cdot 1} = 0,00136 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 13,6 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Ściana IVD

Obliczenia pominięte zgodnie z uwagami zamieszczonymi pod tabelami nr 5 i 8

Ściana IVE

Obliczenia pominięte zgodnie z uwagami zamieszczonymi pod tabelami nr 5 i 8

Podłoga –wzór [2]:

$$C_1 = \frac{0,000084 \cdot 0,90^2}{0,20 \cdot 1 \cdot 1} = 0,00034 \text{ [cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}] = 3,4 \text{ [}\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$$

Sufit –wzór [1]:

$$k = \frac{1,025 \cdot 12 \cdot 0,5 \cdot 1}{0,000084 \cdot 2,40^2} \cdot 1 = 12711$$



Tabela 8. OBLICZONE GRUBOŚCI OSŁON DLA STANOWISKA ŚCIANKI KLASYCZNEJ DO FLUOROSKOPII I RADIOGRAFII

Ostona	Rodzaj promieniowania	D' [cGy·min ⁻¹ ·m ² ·mA ⁻¹]	I·t ₀ [mA·min]	T	U	D [cGy]	l [m]	k	C ₁ [μGy·h ⁻¹ ·m ² ·mA ⁻¹]	Grubość Pb [mm]
Ściana IA	pierwotne	1,025	12 mA·min	1	0,5	0,000502	6,50	290	-	1,15
Ściana IA ⁽¹⁾	rozproszone	-	0,2mA·h	1	1	0,000502	5,70	-	812,3	0,15
Ściana IB	pierwotne	1,025	12 mA·min	0,25	0,5	0,000502	6,50	72	-	0,7
Ściana II	rozproszone	-	0,2mA·h	0,05	1	0,000084	3,10	-	807,2	0,15
Ściana IIIA	rozproszone	-	0,2mA·h	1	1	0,000502	2,15	-	115,6	0,4
Ściana IIIB	rozproszone	-	0,2mA·h	1	1	0,000502	2,15	-	115,6	0,4
Ściana IVA	rozproszone	-	0,2mA·h	0,25	1	0,000084	1,60	-	43,0	0,6
Ściana IVB	rozproszone	-	0,2mA·h	0,25	1	0,000502	1,50	-	225,0	0,3
Ściana IVC	rozproszone	-	0,2mA·h	1	1	0,000084	1,80	-	13,6	1,1
Ściana IVD ⁽²⁾										
Ściana IVE ⁽²⁾										
Podłoga	rozproszone	-	0,2mA·h	1	1	0,000084	0,90	-	3,4	1,8
Sufit	pierwotne	1,025	12 mA·min	1	0,5	0,000084	2,40	12711	-	2,6

⁽¹⁾. Dodatkowe obliczenia dotyczące ściany IA, dla obszaru, w którym zainstalowany jest przepust kasetowy, zostały przeprowadzone dla stanowiska ścianki klasycznej biorąc pod uwagę występowanie w tym miejscu wyłącznie promieniowania rozproszonego. Granice obszaru oddziaływania wiązki pierwotnej promieniowania dla stanowiska ścianki klasycznej zostały uwidocznione na rys. nr 1.

⁽²⁾. Dla stanowiska ścianki klasycznej, zainstalowanej w położeniu jak na rysunku 1, ściany IVD i IVE znajdują się poza zasięgiem działania zarówno wiązki pierwotnej promieniowania jak i promieniowania rozproszonego na obiektach prześwietlanych. Z uwagi na powyższe, dla stanowiska ścianki klasycznej ściany IVD i IVE zostają wyłączone z obliczeń.



8. Założenia przyjęte do obliczeń dla stanowiska aparatu rtg do stomatologicznych zdjęć punktowych

- filtracja zewnętrzna: 2,0 mmAl;
- maksymalne napięcie lampy rtg: 70 kV;
- ilość mAs na jedno zdjęcie: 8 mAs/zdjęcie;
- ilość ekspozycji radiograficznych: 75 zdjęć / tydzień;
- tygodniowy czas pracy dla jednej zmiany personelu: 5 godz./ dzień * 5 dni / tydzień;
- $I \cdot t_0 = 8 \text{ mAs} / \text{zdjęcie} \cdot 75 \text{ zdjęć} / \text{tydzień}$
 $= 600 \text{ mAs} / \text{tydzień} = 10 \text{ mAmin} / \text{tydzień} = 0,17 \text{ mAh} / \text{tydzień}$;

9. Obliczenia dla stanowiska aparatu rtg do stomatologicznych zdjęć punktowych

k -ze wzoru [1] dla promieniowania pierwotnego

Dane obliczeniowe:

$D' = 0,44 \text{ [cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}]$ – wartość interpolowana z Tablicy 2 w Normie;

$I \cdot t_0 = 10 \text{ [mAmin]}$;

$T = 1$ dla miejsc stałego przebywania ludzi;

$T = 0,25$ dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi;

$T = 0,05$ dla miejsc krótkotrwałego przebywania ludzi;

$U = 1$;

$y = 1$;

$D = 0,00050 \text{ [cGy]}$ – dla osób zawodowo narażonych;

$D = 0,000084 \text{ [cGy]}$ – dla ogółu ludności;

Uwaga: Ze względu na wykorzystywanie w przedmiotowym gabinecie rtg trzech źródeł promieniowania rentgenowskiego, dla stanowiska aparatu rtg do stomatologicznych zdjęć punktowych przyjęto do obliczeń 10% wartości dopuszczalnych dawek tygodniowych. Podział procentowy dopuszczalnej dawki tygodniowej na poszczególne stanowiska rtg został przyjęty na podstawie danych statystycznych o ilości badań na poszczególnych stanowiskach rentgenowskich.

C_1 – ze wzoru [2] dla promieniowania rozproszonego;

Dane obliczeniowe:

$I \cdot t_0 = 0,17 \text{ [mAh]}$;

$T = 1$ dla miejsc stałego przebywania ludzi;

$T = 0,25$ dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi;

$T = 0,05$ dla miejsc krótkotrwałego przebywania ludzi;

$U = 1$;

$y = 1$;

$D = 0,00050 \text{ [cGy]}$ – dla osób zawodowo narażonych;

$D = 0,000084 \text{ [cGy]}$ – dla ogółu ludności;



Zgodnie z wzorami [1] i [2] oraz przyjętymi jednostkami wielkości występujących w tych wzorach, krotkość „k” osłabienia promieniowania jest wielkością bezwymiarową, a jednostką zredukowanej mocy dawki „C₁” jest cGy·h⁻¹·m²·mA⁻¹.

Ściana IA –wzór [1]:

$$k = \frac{0,44 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 1}{0,00050 \cdot 7,00^2} \cdot 1 = 179$$

Ściana IB –wzór [1]:

$$k = \frac{0,44 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,25}{0,00050 \cdot 6,40^2} \cdot 1 = 53$$

Ściana II –wzór [1]:

$$k = \frac{0,44 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,05}{0,000084 \cdot 0,85^2} \cdot 1 = 3625$$

Ściana IIIA –wzór [1]:

$$k = \frac{0,44 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 1}{0,00050 \cdot 3,30^2} \cdot 1 = 805$$

Ściana IIIB –wzór [1]:

$$k = \frac{0,44 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 1}{0,00050 \cdot 4,60^2} \cdot 1 = 414$$

Ściana IVA –wzór [1]:

$$k = \frac{0,44 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,25}{0,000084 \cdot 4,45^2} \cdot 1 = 661$$

Ściana IVB –wzór [1]:

$$k = \frac{0,44 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,25}{0,00050 \cdot 4,10^2} \cdot 1 = 130$$

Ściana IVC –wzór [1]:

$$k = \frac{0,44 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 1}{0,000084 \cdot 4,10^2} \cdot 1 = 3116$$

Ściana IVD

Obliczenia pominięte zgodnie z uwagami zamieszczonymi pod tabelami nr 6 i 9

Ściana IVE –wzór [1]:

$$k = \frac{0,44 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,25}{0,000084 \cdot 7,40^2} \cdot 1 = 239$$

Podłoga –wzór [1]:

$$k = \frac{0,44 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 1}{0,000084 \cdot 1,0^2} \cdot 1 = 52381$$

Sufit –wzór [1]:

$$k = \frac{0,44 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 1}{0,000084 \cdot 1,50^2} \cdot 1 = 23280$$



Tabela 9. OBLICZONE GRUBOŚCI OSŁON DLA STANOWISKA APARATU RTG DO STOMATOLOGICZNYCH ZDJĘĆ PUNKTOWYCH

Ostona	Rodzaj promieniowania	D' [cGy·min ⁻¹ ·m ² ·mA ⁻¹]	I ₀ [mA·min]	T	U	D [cGy]	l [m]	k	C ₁ [μGy·h ⁻¹ ·m ² ·mA ⁻¹]	Grubość Pb [mm]
Ściana IA	pierwotne	0,44	10 mA·min	1	1	0,000502	7,00	179	-	0,35
Ściana IB	pierwotne	0,44	10 mA·min	0,25	1	0,000502	6,40	53	-	0,25
Ściana II	pierwotne	0,44	10 mA·min	0,05	1	0,000084	0,85	3625	-	0,8
Ściana IIIA	pierwotne	0,44	10 mA·min	1	1	0,000502	3,30	805	-	0,6
Ściana IIIB	pierwotne	0,44	10 mA·min	1	1	0,000502	4,60	414	-	0,45
Ściana IVA	pierwotne	0,44	10 mA·min	0,25	1	0,000084	4,45	661	-	0,5
Ściana IVB	pierwotne	0,44	10 mA·min	0,25	1	0,000502	4,10	130	-	0,3
Ściana IVC	pierwotne	0,44	10 mA·min	1	1	0,000084	4,10	3116	-	0,75
Ściana IVD ^(*)										
Ściana IVE	pierwotne	0,44	10 mA·min	0,25	1	0,000084	7,40	239	-	0,4
Podłoga	pierwotne	0,44	10 mA·min	1	1	0,000084	1,0	52381	-	1,5
Sufit	pierwotne	0,44	10 mA·min	1	1	0,000084	1,50	23280	-	1,2

- Dla aparatu rtg do stomatologicznych zdjęć punktowych, zainstalowanego w położeniu jak na rysunku 1, ściana IVD znajduje się poza zasięgiem działania zarówno wiązki pierwotnej promieniowania jak i promieniowania rozproszonego na obiektach przeswielanych. Z uwagi na powyższe, dla aparatu rtg do stomatologicznych zdjęć punktowych ściana IVD zostaje wyłączona z obliczeń.

10. Opis zbiorczy osłon stałych.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń osłon stałych, uwzględniając rodzaj i grubość istniejących osłon, określono tabelę zbiorczą osłon stałych.

Tabela 10. OPIS ZBIORCZY OSŁON STAŁYCH.

Oslona.	Wymagana obliczeniowa grubość osłon [mm Pb] ⁽¹⁾	Przewidziane lub zastosowane osłony/materiały przegród budowlanych oraz ich ekwiwalent grubości [mm Pb]	Wymagana, dodatkowa grubość osłon stałych [mm Pb]
Ściana IA	1,15 ⁽²⁾	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 20mm => 1,8 mmPb	-
	0,6 ⁽³⁾	Przepust kasetowy z blachą 1,0 mmPb	-
Ściana IB	1,8	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 20mm => 1,8 mmPb	-
		Dodatkowa płyta ochronna z blachą 1,0 mmPb ⁽⁴⁾	-
Ściana II	0,8	Gazobeton grubości około 30cm + warstwy tynku wewn. i zewn. ⁽⁵⁾	-
		Okna w ścianie zewnętrznej bez dodatkowych elementów ochronnych ⁽⁵⁾	-
Ściana IIIA	0,6	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 18mm => 1,6 mmPb	-
		Okno ochronne z szybą ołowiową 1,6 mmPb ⁽⁶⁾	-
		Drzwi ochronne z blachą 1,0 mmPb ⁽⁷⁾	-
Ściana IIIB	0,45	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 18mm => 1,6 mmPb	-
		Drzwi ochronne z blachą 1,0 mmPb	-
Ściana IVA	0,6	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 22mm => 1,9 mmPb	-
		Drzwi ochronne z blachą 1,0 mmPb	-
Ściana IVB	0,3	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 22mm => 1,9 mmPb	-
		Drzwi ochronne z blachą 1,0 mmPb	-
Ściana IVC	1,2	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 22mm => 1,9 mmPb	-
		Drzwi ochronne z blachą 1,5 mmPb	-
		Drzwi ochronne z blachą 1,5 mmPb	-
Ściana IVD	1,4	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 32mm => 2,5 mmPb	-
Ściana IVE	0,45	Cegła dziurawka 12 cm + wyprawa barytowa gr. 20mm => 1,8 mmPb	-
		Drzwi ochronne z blachą 1,0 mmPb	-
Podłoga	3,2	Płyty stropowe, kanałowe, typu Żerań odpowiadające grubości ok. 5 cm betonu + wylewka barytobetonowa gr. 40mm => 3,3 mmPb ⁽⁸⁾	-
Sufit	2,6	Płyty stropowe, kanałowe, typu Żerań odpowiadające grubości ok. 5 cm betonu + wylewka barytobetonowa gr. 33mm => 2,9 mmPb	-

Uwagi do tabeli na stronie następnej.



- (1) – Kolumna pt.: „Wymagana obliczeniowa grubość osłon” określa największą grubość ekwiwalentu Pb, wybraną spośród grubości wyznaczonych w obliczeniach dla poszczególnych aparatów rtg.
- (2) – Podana wartość dotyczy wymaganego ekwiwalentu grubości mmPb obliczonego dla części ściany nr IA znajdującej się w obszarze oddziaływania wiązki pierwotnej promieniowania, pochodzącego od stanowiska ścianki klasycznej do fluoroskopii i radiografii (zgodnie z rys. nr 1B).
- (3) – Podana wartość dotyczy wymaganego ekwiwalentu grubości mmPb obliczonego dla części ściany nr IA znajdującej się w obszarze oddziaływania promieniowania rozproszonego, pochodzącego od stanowiska ścianki klasycznej do fluoroskopii i radiografii (zgodnie z rys. nr 1B).
- (4) – Dodatkowa płyta ochronna z blachą 1mmPb jest elementem ochronnym uprzednio zainstalowanym na podstawie zaleceń odnoszących się do eksploatowanego dotychczasowo zestawu aparatury rtg.
- (5) – Gabinet rtg jest zlokalizowany na III piętrze budynku, a najbliższe zabudowania położone za ścianą zewnętrzną gabinetu są zlokalizowane w odległości kilkudziesięciu metrów, wobec czego dla ściany zewnętrznej oraz okien nie są prowadzone obliczenia osłon stałych i nie jest przewidywane stosowanie dodatkowych elementów ochronnych.
- (6) – Podany ekwiwalent 1,6 mmPb okna ochronnego o wymiarach 80cm (wysokość) x 60 cm (szerokość), dotyczy ramy ochronnej i szyby ołowiowej, instalowanych wraz z nowym zestawem rtg.
- (7) – Grubość blachy ołowiowej podana dla poszczególnych drzwi ochronnych jest najbliższą, większą od wymaganej, grubością standardowo dostępną w sprzedaży.
Z uwagi na dostępność w różnych firmach drzwi z blachą ołowiową o kolejnych grubościach określanych z gradacją co 0,5mmPb lub co 1mmPb, dopuszczalne jest również stosowanie drzwi o zwiększonej grubości blachy Pb.
Wszystkie podane w zestawieniu drzwi ochronne podlegają wymianie w ramach prac remontowych, zaplanowanych do realizacji wraz z instalacją nowego zestawu rtg.
- (8) – W razie potrzeby wykonania dodatkowych kanałów instalacyjnych, przewidzianych do poprowadzenia w posadzce, jeżeli zajdzie konieczność usunięcia istniejącej warstwy barytobetonu, dolną powierzchnię nowych kanałów instalacyjnych należy zabezpieczać dodatkowym pasem blach ołowiowych o łącznej grubości 3mm.

Uwaga: W przypadku występowania jakichkolwiek uszkodzeń istniejących osłon stałych należy dokonać ich naprawy przywracając stan zgodny z niniejszym opracowaniem.



11. Opis wymagań dodatkowych

a) Wymagania dotyczące sprzętu ochrony radiologicznej osobistej.

Zaleca się wyposażenie pracowni w następujące osłony indywidualne:

- 2 fartuchy ochronne min. 0,5 mmPb;
- osłona na tarczycę o ochronności min 0,5 mmPb;
- fartuch miednicowy min. 0,5 mmPb stosowany przy statywie do zdjęć płucnych;
- komplet osłon na gonady dla kobiet min.1,0mmPb;
- komplet osłon na gonady dla mężczyzn min.1,0mmPb;
(lub komplet osłon uniwersalnych na gonady dla kobiet i mężczyzn).
- parę rękawic z gumy ołowiowej min. 0,25 mmPb.
- okulary ochronne min. 0,5 mmPb.

b) Wymagania dotyczące instalacji sanitarnych.

- Gabinet rentgenowski powinien mieć zainstalowaną mechaniczną wentylację nawiewno-wyciągową, zapewniającą co najmniej 1,5-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny.
- Pomieszczenie ciemni rentgenowskiej powinno być wyposażone w wentylację nawiewno-wyciągową, zapewniającą co najmniej 3-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny, przy czym początek instalacji wywiewnej powinien być zlokalizowany w pobliżu źródeł zanieczyszczenia powietrza.
- Gabinet rentgenowski powinien być wyposażony w lampę bakteriobójczą;
- Gabinet rentgenowski powinien być wyposażony w umywalkę.

c) Wymagania dotyczące instalacji elektrycznej.

- Gabinet rentgenowski powinien być wyposażony w ostrzegawczą sygnalizację świetlną umieszczoną przy drzwiach do gabinetu, włączaną równocześnie z zasilaniem generatora.
- Przewody instalacyjne w gabinecie rentgenowskim powinny być prowadzone pod tynkiem lub w specjalnych kanałach krytych.

d) Wymagane wyposażenie dodatkowe.

- Gabinet rentgenowski powinien być wyposażony w urządzenia umożliwiające łączność głosową pomiędzy sterownią i pomieszczeniem z aparatami rentgenowskimi.
- Gabinet rentgenowski powinien być wyposażony w sprzęt do pozycjonowania pacjenta.
- Pracownia rentgenowska powinna być wyposażona w system komputerowy z oprogramowaniem do archiwizacji danych pacjenta, takich jak: imię i nazwisko, numer Pesel lub data urodzenia, data i rodzaj badania, opis wyniku badania wraz z imieniem i nazwiskiem lekarza opisującego badanie.

e) Wymagania przeciwpożarowe.

- Wymaga się wyposażenia Pracowni Rentgenodiagnostyki w sprzęt p. pożarowy zgodnie z obowiązującą normą dla tego typu kategorii zagrożenia (kategoria III niebezpieczeństwa pożarowego). Należy przewidzieć konwencjonalne środki ochrony p. pożarowej (gaśnice, koce azbestowe itp.).
- Oznakować drogę ewakuacyjną.
- Przewody kominowe powinny mieć konstrukcję niepalną.



f) Oznakowanie.

- Drzwi do pracowni rentgenowskiej powinny być oznakowane znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym, zgodnie z wzorem określonym w załączniku nr 1 do Rozporządzenia Ministra Zdrowia, z dnia 21 sierpnia 2006r., „w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi”.
- Zgodnie z § 19. w/w Rozporządzenia MZ w pracowni rentgenowskiej, w widocznym miejscu, *powinna znajdować się informacja o konieczności powiadomienia rejestratorki i operatora aparatu rentgenowskiego, przed wykonaniem badania, o tym, że pacjentka jest w ciąży.*

g) Wymagana dokumentacja.

Zgodnie z § 22. w/w Rozporządzenia RM, w Pracowni Rentgenowskiej powinny znajdować się w oryginale lub uwierzytelnionych odpisach:

- 1) Zezwolenie na uruchomienie i stosowanie aparatów rentgenowskich znajdujących się w pracowni i uruchomienie pracowni;
- 2) Projekt pracowni lub gabinetu (rzuty pomieszczeń) wraz z projektem i opisem osłon stałych oraz wentylacji, zatwierdzonym przed uruchomieniem aparatu rentgenowskiego przez właściwego państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego przy uzgadnianiu dokumentacji projektowej;
- 3) Dokumentacja techniczna dotycząca budowy, działania i obsługi aparatów rentgenowskich, w tym także urządzeń sygnalizacyjnych i blokujących;
- 4) Instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania aparatury dozymetrycznej, jeżeli znajdują się w wyposażeniu pracowni;
- 5) Protokoły pomiarów dozymetrycznych;
- 6) Protokoły pokontrolne;
- 7) Dokumenty programu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, o którym mowa w § 21, oraz instrukcja ochrony radiologicznej, określona w załączniku nr 3 do rozporządzenia, opracowana zgodnie z wytycznymi określonymi w załączniku nr 2 do rozporządzenia;
- 8) Zapisy dotyczące wewnętrznych testów kontroli parametrów technicznych aparatów rentgenowskich i obróbki błon rentgenowskich w ciemni oraz dokumenty spełniania testów akceptacyjnych urządzeń nowo instalowanych;
- 9) Ewidencja:
 - a) osób zatrudnionych w pracowni rentgenowskiej w podziale na odpowiednie kategorie narażenia,
 - b) dawek otrzymanywanych przez pracowników,
 - c) orzeczeń lekarskich stwierdzających brak przeciwwskazań do pracy pracowników na określonym stanowisku;
- 10) Program szkolenia i dokumenty potwierdzające jego realizację.
- 11) Zbiór przepisów prawnych dotyczących ochrony radiologicznej i zasad stosowania źródeł promieniowania jonizującego w medycynie.

