

Egz. nr **2**.

**Dokumentacja obliczeniowa osłon stałych przed promieniowaniem X
dla gabinetu rentgenowskiego aparatu "INTEGRIS Allura 9C"
Szpitala Specjalistycznego nr 8 w Zabrze, ul. M.C. Skłodowskiej 10**

**Inwestor : Szpital Specjalistyczny nr 8 w Zabrze
ul. M.C. Skłodowskiej 10**

Obiekt : Pracownia Hemodynamiki Szpitala Specjalistycznego nr 8

Branża : ochrona radiologiczna

Opracowanie : mgr inż. Adam Cybulski

INSPEKTOR
Ochrony Radiologicznej

mgr inż. Adam Cybulski
SWSSE/OR/265 Wer/02

Data opracowania : Październik 2003r.

SPIS TREŚCI

1.	Przedmiot i zakres opracowania	str. 2
2.	Lokalizacja gabinetu rtg	str. 3
3.	Warunki budowlane	str. 4
4.	Dane techniczne aparatu rtg	str. 4
5.	Technologia pracy	str. 5
6.	Wzory obliczeniowe	str. 6-7
7.	Obliczenia – założenia wyniki	str. 8 str. 9-10
8.	Tok przeprowadzanych obliczeń	str. 11-13
9.	Zestawienie zabezpieczeń	str. 14
10.	Prace adaptacyjne	str. 15
11.	Wentylacja – założenia	str. 16
12.	Dane dotycząca ciemni	str. 16
13.	Wyposażenie pracowni rtg	str. 16
14.	Dokumentacja pracowni rtg	str. 17
15.	Rysunki	str. 17

1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA .

Przedmiotem opracowania jest projekt obliczeniowy osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym X dla gabinetu rtg Pracowni hemodynamiki Szpitala Specjalistycznego nr 8 w Zabrzu , ul. M.C. Skłodowskiej 10.

Wypożyczenie Gabinetu RTG stanowi diagnostyczny aparat rentgenowski - jednostanowiskowy do badań angiograficznych , typu "Integris Allura 9C" firmy Philips.

Zakres opracowania obejmuje :

- lokalizację gabinetu rtg
- użytkowanie aparatu rtg
- obliczenia osłon stałych
- wymagane zabezpieczenia
- wykaz prac adaptacyjnych
- wyposażenie gabinetu rtg.

Opracowania dokonano na podstawie :

- Projektu architektonicznego Pracowni hemodynamiki - opracowanie BUD-ARCH Katowice , wrzesień 2003r.,
- danych katalogowych aparatu rtg.

Dokumentacja zawiera 17 ponumerowanych stron oraz 2 rysunki.

Normy i przepisy zgodnie z którymi wykonano projekt i obliczenia :

1. Rozporządzenie Rady ministrów z dnia 28.05.2002r. w sprawie dawek granicznych (Dz.U. nr 111 z 2002r)
2. Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma PN-86/J-80001
3. Znaki ostrzegawcze przed promieniowaniem jonizującym PN-79/J-08002
4. Wymagania ochrony przed promieniowaniem jonizującym PN-86/J-80102
5. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 24.12.2002r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych oraz sposobu wykonywania kontroli wewnętrznej nad przestrzeganiem tych warunków (Dz.U. nr 241 z 2002r)
6. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300keV stosowanymi w celach medycznych . (Dz.U. z 2003 , nr 173 , poz. 1681)

2. LOKALIZACJA GABINETU RTG .

Gabinet RTG mieści się w nowoprojektowanej Pracowni hemodynamiki zlokalizowanej w budynku Szpitala Specjalistycznego nr 8 w Zabrzu , ul. M.C. Skłodowskiej 10.

Zlokalizowany jest na poziomie I piętra . Do gabinetu rtg prowadzą drzwi wejściowe z pokoju przygotowawczego personelu oraz korytarza -komunikacji.

Układ funkcjonalny Pracowni hemodynamiki składa się z dwóch gabinetów rtg , sterowni , pomieszczenia technicznego , pomieszczenia magazynowego , pokoju przygotowawczego personelu , łazienki personelu i pokoju socjalnego.

W sąsiedztwie gabinetu rtg znajdują się :

ściana I	- sterownia , pokój przygotowawczy personelu
ściana I'	- korytarz -komunikacja
ściana II	- zewnętrzna
ściana III	- zewnętrzna
ściana IV	- pomieszczenie techniczne
ściana V	- zewnętrzna

Nad i pod gabinetem rtg znajdują się pomieszczenia oddziałów łóżkowych – sale chorych . Gabinet rtg nie posiada okien.

Powierzchnia poszczególnych pomieszczeń wchodzących w skład Pracowni hemodynamiki :

- gabinet rtg ap. "BV Libra"	30,0 m ²
- gabinet rtg ap. "Integris Allura 9C"	37,6 m ²
- sterownia	8,9 m ²
- pokój przygotowawczy personelu	4,5 m ²
- pomieszczenie techniczne	6,9 m ²
- pomieszczenie magazynowe	5,3 m ²
- pokój socjalny	15,2 m ²
- łazienka personelu	4,0 m ²

3. WARUNKI BUDOWLANE .

Powierzchnia gabinetu rtg wynosi $37,6 \text{ m}^2$, wysokość do osłony **4,3 m**.(na wysokości 2,9 m sufit podwieszany)

Ściany gabinetu rtg (I') , (II) , (III) i (V) wykonane są z cegły pełnej o gęstości $1,6 \text{ g/cm}^3$.

Ściany gabinetu rtg (I) i (IV) wykonane z płyt kartonowo-gipsowych .

Strop podłogowy , betonowy z warstwami podłóż i posadzek o gęstości $2,1 \text{ g/cm}^3$.

Strop sufitowy ceglany (Akermana) o grubości 22 cm z wylewką betonową o grubości 5 cm i gęstości $2,1 \text{ g/cm}^3$.

Tabela 1.

Rodzaj osłony	Grubość w (cm)	Równoważnik mmPb dla 150 kV
Ściana I	12	0,0
Ściana I'	24	Powyżej 2,0
Ściana II	50	Powyżej 3,0
Ściana III	40	Powyżej 3,0
Ściana IV	12	0,0
Ściana V	50	Powyżej 3,0
Strop podłogowy	20	2,6
Strop sufitowy	27(*)	1,0

(*)dla stropu sufitowego przyjęto ochronność równą 8,4 cm betonu o gęstości $2,1 \text{ g/cm}^3$.

4. DANE TECHNICZNE APARATU RENTGENOWSKIEGO.

Gabinet rtg wyposażony jest w jednostanowiskowy diagnostyczny aparat rtg

"Integris Allura 9C" przeznaczony do badań angiograficznych firmy Philips składający się z :

- ramienia „C” z kołpakiem i lampą rtg (montowany sufitowo),
- generatorów i konsoli operatora,
- toru wizyjnego z kamerą cyfrową ,
- stołu dla pacjenta ,
- monitorów (zawieszonych sufitowo).

Dane techniczne aparatu rtg :

- | | | | |
|------------------------------------|--------|---|-------------------------------------|
| - napięcie anodowe lampy rtg : | grafia | - | 50,0 - 125,0 kV |
| | skopia | - | 50,0 – 125,0 kV (ciągła) |
| | | | 50,0 – 125,0 kV (opcja pulsacyjna) |
| - prąd anodowy lampy rtg : | grafia | - | 10 – 1250,0 mA |
| | skopia | - | 0,2 - 30,0 mA (ciągła) |
| | | | 2,5 – 200 mA (opcja pulsacyjna- |
| | | | szerokość pulsu od 0,0025 – 0,01s) |
| - filtracja lampy rtg : zewnętrzna | | - | min. 2,0 mm Al |
| całkowita | | - | 2,5 mm Al + 0,5 mm Cu |
| - wydajność lampy rtg | | - | 0,95 cGy*m ² /min*mA |
| - rok produkcji aparatu rtg | | - | 2003r. |

5. TECHNOLOGIA PRACY Z APARATEM RTG .

Czas pracy personelu :

system 2 zmianowy (25 godzin / tydzień /dla jednej zmiany).

Obsługa kilkunastoosobowa - technicy rtg i lekarze .

Maksymalny czas pracy aparatu rtg w ciągu tygodnia /dla jednej zmiany/:

grafia : to = 4,0 min/tydz

skopia : to = 200 min/tydz

W gabinecie rtg wykonywane będą badania angiograficzne pacjentów Szpitala Specjalistycznego nr 8 . Przygotowanie pacjentów do badań odbywa się na oddziałach.

Zapis badania realizowany jest metodą cyfrową w pamięci komputera i przekazywany na nośniki magnetyczne lub optyczne.

Uwaga: ze względu na możliwy obrót lampy w zakresie $\pm 120^\circ$ do obliczeń dla kierunków wiązki pierwotnej wartość czasu przyjęto równą $1/3$ czasu całkowitego.

6. WZORY PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ OSŁON STAŁYCH wg.PN-86/J-80001

I. Promieniowanie pierwotne

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

k - krotność osłabienia promieniowania

\dot{D} - moc dawki lampy rtg w cGy*m²/min*mA

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg w mA

t - czas narażenia osób przebywających w miejscu osłanianym w ciągu tygodnia w min.

D - dawka tygodniowa – graniczna w cGy

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

y - współczynnik osłabienia w ośrodku .

Czas narażenia na promieniowanie "t" obliczany jest jako :

$$t = \frac{T * U * t_0}{k}$$

gdzie :

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu ;

U - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania wiązki promieniowania w kierunku obliczanej osłony ;

t₀ - maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia .

II. Promieniowanie rozproszone

$$C1 = \frac{D * l^2}{t * I}$$

C1 - zredukowana moc dawki

D - dawka tygodniowa – graniczna w cGy ;

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

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

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg w mA .

7. OBLICZENIA.

Założenia.

Aparat rtg "Integris Allura 9C"

Parametry pracy aparatu rtg przyjęte do obliczeń :

- U = grafia 125,0 kV , skopia 125,0 kV
- I = grafia 500,0 mA , skopia 30,0 mA
- to = 4,0 min dla opcji grafii , to = 200 min dla opcji skopii
- D = 0,95 cGy* m²/min*mA

Określenie rodzaju wiązki promieniowania i odległości osłona-lampa rtg lub osłona –pacjent.

Tabela 2.

Oslona	Rodzaj promieniowania	Odległość l1= lampa –osłona w(cm) l2= pacjent –osłona w (cm)
Ściana I	Pierwotne / Rozproszone	l1=390 / l2 = 305
Ściana I'	Pierwotne / Rozproszone	l1=430 / l2 = 345
Ściana II	Rozproszone	l2 = 235
Ściana III	Pierwotne / Rozproszone	l1=335 / l2 = 250
Ściana IV	Rozproszone	l2 = 260
Ściana V	Rozproszone	l2 = 460
Strop podłogowy	Rozproszone	l2 = 100
Strop sufitowy	Pierwotne / Rozproszone	l1= 390 / l2 = 330

Tabela 3 - Wartości T , U , D i y przyjmowane w obliczeniach :

Oslona	T	U	y	D (cGy)
Ściana I	1	1	0,05	0,00174
Ściana I'	0,25	1	0,05	0,00174
Ściana II	0,05	1	---	0,00174
Ściana III	0,05	1	0,05	0,00174
Ściana IV	0,25	1	---	0,00174
Ściana V	0,05	1	---	0,00174
Strop podłogowy	1	1	---	0,00174
Strop sufitowy	1	1	0,05	0,00174

Wartość dawki tygodniowej (D) przyjęto zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z 28.05.2002r jako równą : 1 mSv/rok czyli 0,02 mSv/tydz =0,00174 cGy/tydz = 17,4 µGy/tydz także dla osób nie zatrudnionych w narażeniu.

y = 0,05 przyjęto na podstawie Tablicy 1 dla napięcia 130 kV i grubości tkanki 20 cm

Wyniki obliczeń –opcja grafii.

Tabela 4 - wartości (C1).

Oslona	A	B	C
Ściana I	4,8	1,4	1,4
Ściana I'	24,8	0,7	0,0
Ściana II	58,2	0,5	0,0
Ściana III	65,9	0,45	0,0
Ściana IV	14,1	0,8	0,8
Ściana V	223,1	0,25	0,0
Strop podłogowy	0,52	2,5	0,0
Strop sufitowy	5,7	1,3	0,3

Oznaczenia :

- A** - wartość obliczona (C1) zredukowanej mocy dawki w $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}\cdot\text{mA}$
- B** - równoważnik mm ołowiu wyznaczony z zależności zredukowanej mocy dawki promieniowania rozproszonego od grubości warstwy ołowiu dla napięcia 125 kV (interpolacja)
- C** - wymagane dodatkowe zabezpieczenia osłon blachą ołowiową w mm z uwzględnieniem ochronności własnej materiału budowlanego danej osłony – Tabela 1

Tabela 5- wartości (k).

Oslona	A	B	C
Ściana I	1193,5	1,5	1,5
Ściana I'	243,6	1,0	0,0
Ściana III	81,5	0,7	0,0
Strop sufitowy	1193,5	1,5	0,5

Oznaczenia :

- A** - wartość obliczona (k) krotności osłabienia
- B** - grubość ołowiu wyznaczona z zależności krotności osłabienia promieniowania od grubości warstwy ołowiu dla napięcia 125 kV(interpolacja)
- C** - wymagane dodatkowe zabezpieczenia osłon blachą ołowiową w mm z uwzględnieniem ochronności własnej materiału budowlanego danej osłony – Tabela 1

Wyniki obliczeń –opcja skopii.

Tabela 6 - wartości (C1).

Oslona	A	B	C
Ściana I	1,6	1,9	1,9
Ściana I'	8,3	1,0	0,0
Ściana II	19,1	0,7	0,0
Ściana III	21,7	0,7	0,0
Ściana IV	4,7	1,3	1,3
Ściana V	73,5	0,4	0,0
Strop podłogowy	0,2	2,5	0,0
Strop sufitowy	1,9	1,8	0,8

Oznaczenia :

- A** - wartość obliczona (C1) zredukowanej mocy dawki w $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}\cdot\text{mA}$
B - równoważnik mm ołowiu wyznaczony z zależności zredukowanej mocy dawki promieniowania rozproszonego od grubości warstwy ołowiu dla napięcia 125 kV (interpolacja)
C - wymagane dodatkowe zabezpieczenia osłon blachą ołowiową w mm z uwzględnieniem ochronności własnej materiału budowlanego danej osłony- Tabela 1

Tabela 7- wartości (k).

Oslona	A	B	C
Ściana I	3591,4	2,0	2,0
Ściana I'	739,7	1,4	0,0
Ściana III	243,0	1,0	0,0
Strop sufitowy	3591,4	2,0	1,0

Oznaczenia :

- A** - wartość obliczona (k) krotności osłabienia
B - grubość ołowiu wyznaczona z zależności krotności osłabienia promieniowania od grubości warstwy ołowiu dla napięcia 125 kV(interpolacja)
C - wymagane dodatkowe zabezpieczenia osłon blachą ołowiową w mm z uwzględnieniem ochronności własnej materiału budowlanego danej osłony – Tabela 1

8. TOK PRZEPROWADZANYCH OBLICZEŃ.

Opcja grafii – wartości C1

$$\begin{aligned} \text{ściana I} \quad C1 &= \frac{17,4 * 3,05^2}{0,067 * 500} = 4,8 \text{ } \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA} \\ t &= T * U * t_0 = 1 * 1 * 4 \text{ min} = 4 \text{ min.} = 0,067 \text{ godz.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ściana I'} \quad C1 &= \frac{17,4 * 3,45^2}{0,0167 * 500} = 24,8 \text{ } \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA} \\ t &= T * U * t_0 = 0,25 * 1 * 4 \text{ min} = 1,0 \text{ min.} = 0,0167 \text{ godz.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ściana II} \quad C1 &= \frac{17,4 * 2,35^2}{0,0033 * 500} = 58,2 \text{ } \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA} \\ t &= T * U * t_0 = 0,05 * 1 * 4 \text{ min} = 0,2 \text{ min} = 0,0033 \text{ godz.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ściana III} \quad C1 &= \frac{17,4 * 2,5^2}{0,0033 * 500} = 65,9 \text{ } \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA} \\ t &= T * U * t_0 = 0,05 * 1 * 4 \text{ min} = 0,2 \text{ min} = 0,0033 \text{ godz.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ściana IV} \quad C1 &= \frac{17,4 * 2,6^2}{0,0167 * 500} = 14,1 \text{ } \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA} \\ t &= T * U * t_0 = 0,25 * 1 * 4 \text{ min} = 1 \text{ min} = 0,0167 \text{ godz.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ściana V} \quad C1 &= \frac{17,4 * 4,6^2}{0,0033 * 500} = 223,1 \text{ } \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA} \\ t &= T * U * t_0 = 0,05 * 1 * 4 \text{ min} = 0,2 \text{ min} = 0,0033 \text{ godz.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{strop podłogowy} \quad C1 &= \frac{17,4 * 1,0^2}{0,067 * 500} = 0,52 \text{ } \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA} \\ t &= T * U * t_0 = 1 * 1 * 4 \text{ min} = 4 \text{ min} = 0,067 \text{ godz.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{strop sufitowy} \quad C1 &= \frac{17,4 * 3,3^2}{0,067 * 500} = 5,7 \text{ } \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA} \\ t &= T * U * t_0 = 1 * 1 * 4 \text{ min} = 4 \text{ min} = 0,067 \text{ godz.} \end{aligned}$$

Opcja skopii – wartości C1

ściana I	$C1 = \frac{17,4 * 3,05^2}{3,33 * 30,0} = 1,6 \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA}$ $t = T * U * t_0 = 1 * 1 * 200 \text{ min} = 200 \text{ min} = 3,33 \text{ godz.}$
ściana I'	$C1 = \frac{17,4 * 3,45^2}{0,83 * 30,0} = 8,3 \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA}$ $t = T * U * t_0 = 0,25 * 1 * 200 \text{ min} = 50 \text{ min} = 0,83 \text{ godz.}$
ściana II	$C1 = \frac{17,4 * 2,35^2}{0,167 * 30,0} = 19,1 \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA}$ $t = T * U * t_0 = 0,05 * 1 * 200 \text{ min} = 10 \text{ min} = 0,167 \text{ godz.}$
ściana III	$C1 = \frac{17,4 * 2,5^2}{0,167 * 30,0} = 21,7 \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA}$ $t = T * U * t_0 = 0,05 * 1 * 200 \text{ min} = 10 \text{ min} = 0,167 \text{ godz.}$
ściana IV	$C1 = \frac{17,4 * 2,6^2}{0,83 * 30,0} = 4,7 \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA}$ $t = T * U * t_0 = 0,25 * 1 * 200 \text{ min} = 50 \text{ min} = 0,83 \text{ godz.}$
ściana V	$C1 = \frac{17,4 * 4,6^2}{0,167 * 30,0} = 73,5 \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA}$ $t = T * U * t_0 = 0,05 * 1 * 200 \text{ min} = 10 \text{ min} = 0,167 \text{ godz.}$
strop podłogowy	$C1 = \frac{17,4 * 1,0^2}{3,33 * 30,0} = 0,2 \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA}$ $t = T * U * t_0 = 1 * 1 * 200 \text{ min} = 200 \text{ min} = 3,33 \text{ godz.}$
strop sufitowy	$C1 = \frac{17,4 * 3,3^2}{3,33 * 30,0} = 1,9 \mu\text{Gy} * \text{m}^2 / \text{h} * \text{mA}$ $t = T * U * t_0 = 1 * 1 * 200 \text{ min} = 200 \text{ min} = 3,33 \text{ godz.}$

Opcja grafii - wartości krotności osłabienia (k)

$$\begin{aligned} \text{ściana I} \quad k &= \frac{0,95 * 500 * 1,33}{0,00174 * 3,9^2} * 0,05 = 1193,5 \\ t &= T * U * t_0 = 1 * 1 * 4 \text{ min} = 4 \text{ min.} * 1/3 = 1,33 \text{ min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ściana I'} \quad k &= \frac{0,95 * 500 * 0,33}{0,00174 * 4,3^2} * 0,05 = 243,6 \\ t &= T * U * t_0 = 0,25 * 1 * 4 \text{ min} = 1 \text{ min.} * 1/3 = 0,33 \text{ min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ściana III} \quad k &= \frac{0,95 * 500 * 0,067}{0,00174 * 3,35^2} * 0,05 = 81,5 \\ t &= T * U * t_0 = 0,05 * 1 * 4 \text{ min} = 0,2 \text{ min.} * 1/3 = 0,067 \text{ min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{strop sufitowy} \quad k &= \frac{0,95 * 500 * 1,33}{0,00174 * 3,9^2} * 0,05 = 1193,5 \\ t &= T * U * t_0 = 1 * 1 * 4 \text{ min} = 4 \text{ min.} * 1/3 = 1,33 \text{ min} \end{aligned}$$

Opcja skopii - wartości krotności osłabienia (k)

$$\begin{aligned} \text{ściana I} \quad k &= \frac{0,95 * 30,0 * 66,7}{0,00174 * 3,9^2} * 0,05 = 3591,4 \\ t &= T * U * t_0 = 1 * 1 * 200 \text{ min} = 200 \text{ min.} * 1/3 = 66,7 \text{ min.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ściana I'} \quad k &= \frac{0,95 * 30,0 * 16,7}{0,00174 * 4,3^2} * 0,05 = 739,7 \\ t &= T * U * t_0 = 0,25 * 1 * 200 \text{ min} = 50 \text{ min.} * 1/3 = 16,7 \text{ min.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ściana III} \quad k &= \frac{0,95 * 30,0 * 3,33}{0,00174 * 3,35^2} * 0,05 = 243,0 \\ t &= T * U * t_0 = 0,05 * 1 * 200 \text{ min} = 10 \text{ min.} * 1/3 = 3,33 \text{ min.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{strop sufitowy} \quad k &= \frac{0,95 * 30,0 * 66,7}{0,00174 * 3,9^2} * 0,05 = 3591,4 \\ t &= T * U * t_0 = 1 * 1 * 200 \text{ min} = 200 \text{ min.} * 1/3 = 66,7 \text{ min.} \end{aligned}$$

(Uwaga: dla wiązki głównej ze względu na obrót lampy rtg w czasie zabiegów przyjęto czas "t" jako 1/3 czasu całkowitego dla danej opcji i kierunku wiązki)

9. ZESTAWIENIE ZABEZPIECZEŃ.

W zestawieniu wymaganych zabezpieczeń uwzględniono zarówno wartości obliczone dla zredukowanej mocy dawki (C1) jak i dla krotności osłabienia (k).

Tabela 8. Grubości zabezpieczeń wykonanych z blachy ołowiowej o gęstości 11,3 g/cm³.

Oslona	Zabezpieczenie ścian i stropów (blacha Pb w mm)	Zabezpieczenie drzwi i framug (blacha Pb w mm)	Okienko kontrolne - szyba (równoważnik mmPb)
Ściana I	2,0	2,0	2,0
Ściana I'	0,0	2,0	----
Ściana II	0,0	----	----
Ściana III	0,0	----	----
Ściana IV	1,5	1,5	----
Ściana V	0,0	----	----
Strop podłogowy	0,0	----	----
Strop sufitowy	1,0	----	----

Ściany gabinetu rtg wymagają dodatkowego zabezpieczenia przed promieniowaniem X:

- ścianę (I) zabezpieczyć blachą ołowiową o grubości 2,0 mm ,
- ścianę (IV) zabezpieczyć blachą ołowiową o grubości 1,5 mm .

Strop sufitowy wymaga zabezpieczenia przed promieniowaniem X blachą ołowiową o grubości 1,0 mm.

Jako element zabezpieczający można zastosować płyty lub panele z wkładką ołowiową.

Kanał kablowy o głębokości do 10cm w stropie podłogowym zabezpieczyć blachą ołowiową o grubości 1,0 mm.

Pozostałe osłony nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia przed promieniowaniem X.

(Zamiennie , zamiast paneli z wkładką ołowiową można zastosować zaprawę barytobetonową o gęstości 3,2 g/cm³ przyjmując:

- 1,0 mm blachy Pb za 10 mm zaprawy ,
- 1,5 mm blachy Pb za 15 mm zaprawy.
- 2,0 mm blachy Pb za 20mm zaprawy.)

Drzwi pokoju przygotowawczego i sterowni w ścianie (I) wraz z framugami zabezpieczyć przed promieniowaniem X blachą ołowiową o grubości 2,0 mm.

Drzwi korytarza w ścianie (I') wraz z framugami zabezpieczyć przed promieniowaniem X blachą ołowiową o grubości 2,0 mm.

Drzwi pomieszczenia technicznego w ścianie (IV) wraz z framugami zabezpieczyć przed promieniowaniem X blachą ołowiową o grubości 1,5 mm.

Okienko kontrolne w ścianie sterowni (I) zabezpieczyć szybą ołowiową o równoważniku min. 2,0 mm Pb – framugi okienka zabezpieczyć blachą ołowiową o grubości 2,0 mm.

10. PRACE ADAPTACYJNE .

1. Zainstalować aparat rtg zgodnie z rysunkiem nr 1.
2. Zgodnie z **pkt 9** " Zestawienie zabezpieczeń" , zabezpieczyć :
strop sufitowy , drzwi i framugi oraz ściany (I) i (IV) blachą ołowiową a okienko sterowni
szybą ołowiową.
Zabezpieczenie drzwi i framug powinno być wykonane w taki sposób aby użyte
do tego kawałki blachy ołowiowej nakładały się na siebie w miejscach szczelin
- pomiędzy drzwiami a framugami .
3. Zamontować umywalki oraz doprowadzić instalację wodno-kanalizacyjną z ciepłą
i zimną wodą do umywarek w pomieszczeniu pokoju przygotowawczego.
4. W gabinecie rtg zamontować lampę bakteriobójczą.
5. Ściany w pomieszczeniach pracowni rtg pomalować farbą zmywalną.
Podłogę w pomieszczeniach pracowni pokryć wykładziną PCV.
6. Elementy drewniane i metalowe pokryć lakierem .
7. Drzwi wejściowe do gabinetu rtg oznakować zgodnie z PN-79/J-08002 .
8. Oznakować włącznik lampy bakteriobójczej .
9. Zamontować okienko do podglądu pacjenta w ścianie sterowni (I) .
10. Zainstalować urządzenie nagłaśniające łączące gabinet rtg ze sterownią .
11. Zamontować nad drzwiami wejściowymi do gabinetu plafonier sygnalizacji świetlnej z
napisem " Nie wchodzić" oraz podłączyć je z włącznikiem głównym aparatu rtg
(włączenie zasilania aparatu rtg powinno powodować włączenie plafonier) .

11. WENTYLACJA - ZAŁOŻENIA .

W pomieszczeniach pracowni rtg wymagane jest stosowanie wentylacji mechanicznej , której powietrze powinno być filtrowane :

- a) gabinet rtg – 6 krotna wymiana powietrza na godzinę,
- b) sterownia - wentylacja grawitacyjna 1,5 krotny wywiew na godzinę oraz nawiew mechaniczny w ilości uzupełniającej do równowagi wyciąg w gabinecie.

Nawiew powinien mieć możliwość ogrzewania powietrza .

Projekt wentylacji inwestor wykonuje we własnym zakresie i przedstawia do zaopiniowania Państwowemu Wojewódzkiemu Inspektorowi Sanitarnemu w Katowicach .

W pomieszczeniach Pracowni hemodynamiki przewidywany jest centralny system klimatyzacji (Szczegółowe wymagania do zapewnienia odpowiednich warunków pracy tj. wentylacja , temperatura i wilgotność dla aparatu rtg określa producent .)

12. DANE DOTYCZĄCE CIEMNI .

Pomieszczenie ciemni nie jest wymagane . Zapis i obróbka zdjęć odbywa się tylko przy zastosowaniu kamery cyfrowej i komputera.

13. WYPOSAŻENIE PRACOWNI RTG .

Sprzęt ochronny .

Gabinet rtg powinien być wyposażony w sprzęt ochrony indywidualnej dla personelu (dla każdej osoby uczestniczącej w zabiegach) i pacjentów:

- ochronne fartuchy z gumy ołowiowej o równoważniku 0,25 lub 0,5 mm Pb - szt. 5 ,
- osłona na tarczycę o równoważniku 0,5 mmPb - szt. 5,
- komplet osłon na gonady o równoważniku 1,0 mmPb .

Wieszak na fartuchy ochronne powinien być wykonany z materiału nie powodującego rozproszenie promieniowania jonizującego(np. drewno , tworzywo sztuczne).

14. DOKUMENTACJA WYMAGANA W PRACOWNI RTG .

W pracowni rtg powinny znajdować się w oryginałach lub uwierzytelnionych odpisach :

- a) plan sytuacyjny pracowni rtg wraz z opisem zastosowanych osłon stałych (niniejsze opracowanie) ,
- b) wykaz aktów prawnych ,
- c) ewidencja:
 - dawek indywidualnych ,
 - specjalistycznych badań lekarskich ,
- d) regulamin pracy z promieniowaniem jonizującym zaopiniowany przez PWIS w Katowicach ,
- e) protokoły pomiarów dozymetrycznych , dokumentacja pokontrolna ,
- f) paszport techniczny aparatu rtg – karta napraw ,
- g) protokół pomiarów ochrony p/porażeniowej aparatu rtg ,
- h) instrukcja obsługi aparatu rtg / dokumentacja aparatu / ,
- i) zezwolenia : na nabycie aparatu rtg oraz na jego eksploatację ,
- j) świadectwo inspektora ochrony radiologicznej ,
- k) program szkoleń personelu w zakresie ochrony radiologicznej zatwierdzony przez PWIS w Katowicach.
- l) zakładowy plan postępowania awaryjnego.

15. RYSUNKI .

Rysunek nr 1 – Usytuowanie aparatu rtg w gabinecie ,

Rysunek nr 2 – Rzut pomieszczeń Pracowni hemodynamiki.

Załącznik – Rzut pomieszczeń Pracowni hemodynamiki z opinią rzeczoznawcy d/s sanitarno-higienicznych.