



TEMAT:

**PRZEBUDOWA POMIESZCZEŃ DLA POTRZEB ODDZIAŁU KLINICZNEGO  
GASTROENTEROLOGICZNEGO W BUD. NR 3, PIĘTRO VII - STRONA PÓŁNOCNA**

ADRES:

UL. POWSTAŃCÓW WARSZAWY 5,  
85-681 BYDGOSZCZ

INWESTOR:

10 WOJSKOWY SZPITAL KLINICZNY  
Z POLIKLINIKĄ SAMODZIELNY PUBLICZNY  
ZAKŁAD OPIEKI ZDROWOTNEJ

STADIUM:

**PROJEKT WSTĘPNY**

KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO:

**XI**

EGZEMPLARZ:

**EGZ.1**

BUDYNEK:

**NR 3**

BRANŻA:

**OCHRONA RADIOLOGICZNA**

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:



PRZEDSIĘBIORSTWO ORGANIZACJI INWESTYCJI  
**ALLPLAN** Sp. z o.o.  
ul. Mahoniowa 14, 85-390 Bydgoszcz  
tel. +48 52 348 84 10, fax +48 52 348 84 12

**mgr fizyki Kamil Kamiński**

**IOR-3 nr IOR/131/2015, IOR-R nr 243R/2019**

**listopad 2021**

## Spis treści

Spis części rysunkowej.....	5
Przedmiot opracowania .....	6
Podstawę opracowania .....	6
Lokalizacja .....	7
Dawki promieniowania jonizacyjnego .....	7
Metodyka .....	8
Wzory .....	8
Obliczenia wymaganych osłon radiologicznych dla przegród budowlanych.....	10
Wnioski .....	16

[pusta stronica]

## Spis części rysunkowej

---

Nr rysunku	Tytuł	Skala
01	Rzut piętra 7	1:100
02	Punkty pomiarowe - RZUT Gabinet gastroscopii / ercp 8/28, 8/29	1:50

## Przedmiot opracowania

---

Celem sporządzenia projektu jest obliczenie wymaganej grubości osłon stałych przed promieniowaniem r<sub>tg</sub> dla pomieszczeń:

☒ Gabinet gastrokopii / ercp - pom. nr 8/28, 8/29,

które znajdują się w Budynku nr 3 na VII piętrze w Oddziale Klinicznym Gastroenterologii.

Zgodnie z Ustawą Prawo Atomowe, Kierownik Jednostki Organizacyjnej, w tym przypadku 10 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SPZOZ jest odpowiedzialny za sprawdzenie zaproponowanych parametrów, aby zapewnić ich prawidłowe użycie. Parametry, takie jak wielkość ekspozycji, tygodniowe obciążenie robocze, itd. zostały opracowane na podstawie danych zastosowanej aparatury radiologicznej oraz zaleceń uwzględniając przy tym specyfikację pracy Bloku Operacyjnego. Jednostka organizacyjna powinna zweryfikować parametry zastosowane do obliczeń osłon przed promieniowaniem jonizującym, ich zgodność z regulacjami prawnymi oraz swoimi zaleceniami. Jednostka organizacyjna odpowiedzialna jest za zapewnienie, że użyte parametry zostały przeanalizowane i zaakceptowane przez wszystkie strony.

Projektant niniejszego opracowania zakłada, że w przypadku braku pisemnych uwag dostarczonych w przeciągu 30 dni od opracowania niniejszego projektu osłon radiologicznych, przedstawiciele jednostki organizacyjnej zaakceptowali projekt i użyte parametry.

Jeżeli w trakcie eksploatacji tygodniowe obciążenie robocze, odległości, współczynnik przebywania, użyte w niniejszym projekcie ulegną zmianie i wpłyną negatywnie na poziom ochrony radiologicznej, należy ponownie zweryfikować osłonowość pracowni, celem potwierdzenia skuteczności osłon radiologicznych.

## Podstawą opracowania

---

- 1) Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 16 września 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo atomowe (Dz.U. 2021 poz. 1941).
- 2) Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 3 kwietnia 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. z 2017 r. poz. 884).
- 3) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. z 2006 r. nr 180 poz. 1325).
- 4) Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. z 2005 r. nr 20 poz. 168).
- 5) Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 sierpnia 2021 r. w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności (Dz.U. 2021 poz. 1667).
- 6) Polska Norma PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych.
- 7) Projekt budowlany.

Rozpatrywany gabinet znajdują się w Oddziale Klinicznym Gastroenterologii zlokalizowanym na VII budynku nr 3 szpitala.

## Dawki promieniowania jonizacyjnego

---

Oslony radiologiczne oraz organizacja pracy wynikają z zasady optymalizacji – przy rozsądnym uwzględnieniu czynników ekonomicznych i społecznych – aby liczba narażonych pracowników i osób z ogółu ludności była jak najmniejsza, a otrzymywane przez nich dawki promieniowania jonizującego były możliwie małe.

Zgodnie z Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi:

§ 2. 1. Konstrukcja ścian, stropów, okien, drzwi oraz zainstalowane urządzenia ochronne w pracowni rentgenowskiej zabezpieczają osoby pracujące:

- 1) w gabinecie rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 6 milisiwertów (mSv);
- 2) w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 3 mSv;
- 3) w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 0,5 mSv.

We wzorach, wg których obliczone zostały grubości osłon radiologicznych - oprócz dopuszczalnych limitów tygodniowych, obliczonych z wyjściowej rocznej (w okresie kolejnych 12 miesięcy) dawki skutecznej 1 mSv (ogół ludności) lub 20 mSv (narażeni zawodowo) zastosowano obniżenie limitów zgodnie z rozporządzeniem, co daje odpowiednio:

- ☒  $3 \text{ mSv/rok} = 2,61 \text{ mGy/rok}$  pracownicy narażeni zawodowo; tygodniowo:  $52,2 \text{ } \mu\text{Gy}$ ;
- ☒  $0,5 \text{ mSv/rok} = 0,435 \text{ mGy/rok}$  pracownicy nie narażeni zawodowo oraz osoby z ogółu ludności; tygodniowo:  $8,7 \text{ } \mu\text{Gy}$ .

W celu dostosowania sposobu oceny zagrożenia pracowników w jednostkach organizacyjnych do jego spodziewanego poziomu, w zależności od wielkości zagrożenia, wprowadza się dwie kategorie pracowników:

- ☒ kategorię A obejmującą pracowników, którzy mogą być narażeni na: a) dawkę skuteczną (efektywną) przekraczającą 6 mSv w ciągu roku lub b) dawkę równoważną przekraczającą 15 mSv rocznie dla soczewek oczu lub 150 mSv rocznie dla skóry lub kończyn;
- ☒ kategorię B obejmującą pracowników, którzy nie zostali zaliczeni do kategorii A.

Osoby zatrudnione na terenie Oddziału Klinicznego Gastroenterologii skierowane do pracy w narażeniu na promieniowanie jonizujące powinny zostać zaliczone do kategorii B narażenia na promieniowanie jonizujące. Należy wprowadzić odpowiednie wymagania dotyczące ewidencji dawek, sposobu opieki lekarskiej i częstotliwości kompleksowych badań lekarskich zgodnie z aktualnymi przepisami.

Obliczenia wymaganej grubości osłon stałych wykonano na podstawie Polskiej Normy PN-86/J-80001 (wydanie 3 z 1992 r.) „Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych.”

Odczytów z nomogramów i tabel zamieszczonych w Polskiej Normie PN-86/J-80001 (wydanie 3 z 1992 r.) „Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych.” dokonano dla napięcia 100 kV.

Wymaganą grubość osłon stałych przed promieniowaniem rtg rozproszonym przez struktury detektora obrazowego odczytano z diagramów zamieszczonych w PN-86/J-80001 dla przyjętego napięcia oraz obliczonej zredukowanej mocy dawki promieniowania X rozproszonego przez beton lub cegłę C<sub>2</sub> dokonując odpowiedniego przeliczenia dla stali zgodnie z tabelą 11.

Obliczeń oraz analizy wielkości promieniowania ubocznego dokonano na podstawie wartości dawki podanej przez producenta lamp rtg.

We wnioskach końcowych dokonano analizy równoważnika ołowiu dla istniejących osłon stałych przyjmując jako odniesienie maksymalne wartości grubości osłon z ołowiu obliczone dla promieniowania rozproszonego od tkanki pacjenta oraz od detektora obrazowego.

## Wzory

---

Zredukowana moc dawki C<sub>1</sub> promieniowania rozproszonego dla obliczeń wymaganych osłon chroniących przed promieniowaniem rozproszonym przez tkankę miękką:

gdzie:

D – dopuszczalna dawka tygodniowa wyrażona w  $\mu\text{Gy}$

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

t – czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym wyznaczony zgodnie z poniższym wzorem, wyrażony w h

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

T – współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu

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

t<sub>0</sub> – tygodniowy czas emisji promieniowania, wyrażony w h.

Zredukowana moc dawki C<sub>2</sub> promieniowania rozproszonego dla obliczeń wymaganych osłon chroniących przed promieniowaniem rozproszonym przez elementy detektora obrazowego:

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} ;$$

gdzie:

D – dopuszczalna dawka tygodniowa wyrażona w  $\mu\text{Gy}$

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

f – odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od ogniska lampy rentgenowskiej wyrażona w m



s – powierzchnia przedmiotu rozpraszającego, na który pada promieniowanie wyrażona w m<sup>2</sup>

t – czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym wyznaczony zgodnie z poniższym wzorem, wyrażony w h

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

T – współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu

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

t<sub>0</sub> – tygodniowy czas emisji promieniowania, wyrażony w h.

Tygodniowa dawka promieniowania ubocznego D<sub>u</sub> za osłoną:

$$D_u = \frac{\dot{D}_u \cdot t}{k} \cdot \left(\frac{1}{l}\right)^2 ;$$

gdzie:

$\dot{D}_u$  – moc dawki promieniowania ubocznego w odległości 1m od lampy rtg wyrażona w μGy/h

l – najmniejsza odległość lampy rtg od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy wyrażona w m

k – krotność osłabienia osłony wyznaczonej zgodnie z pkt. 2.5.2 lub 2.5.3 polskiej normy PN - 86/J – 80001

t – czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym wyznaczony zgodnie z poniższym wzorem, wyrażony w h

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

T – współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu

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

t<sub>0</sub> – tygodniowy czas emisji promieniowania, wyrażony w h.

## PARAMETRY POMIESZCZENIA

Zgodnie z § 5. 2. rozp. Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325) powierzchnia gabinetu rentgenowskiego, w którym jest zainstalowany zestaw rentgenowski do radiologii zabiegowej, nie może być mniejsza niż 20 m<sup>2</sup>.

Powierzchnia Gabinetu gastrokopii / ercp wynosi 45,7 m<sup>2</sup>, a jej wysokość (mierzona między stropami) wynosi 2,98 m. Wymiary pomieszczenia są więc wystarczające do stosowania w nim aparatu przyłóżkowego.

## KONSTRUKCJA ISTNIEJĄCYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Oznaczenie na rysunku	Opis i konstrukcja przegrody	Parametry osłony		
		gęstość materiału	grubość materiału	równoważ nik ołowiu
		g/cm <sup>3</sup>	mm	mm Pb
1-2	ściana zewnętrzna - nośne usztywniające – żelbetowe o grubości 20 cm	2,1	200	3,5
2-3	ściana działowa - cegła ceramiczna dziurawka gr. 7,0 cm	1,6	40	0,2
3-4	ściana działowa - cegła ceramiczna dziurawka gr. 7,0 cm	1,6	40	0,2
4-5	ściana działowa - cegła ceramiczna dziurawka gr. 7,0 cm	1,6	40	0,2
5-6	ściana działowa - cegła ceramiczna dziurawka gr. 7,0 cm	1,6	40	0,2
6-7	ściana działowa - cegła ceramiczna dziurawka gr. 7,0 cm	1,6	40	0,2
7-8	ściana działowa - cegła ceramiczna dziurawka gr. 7,0 cm	1,6	40	0,2
8-1	ściana działowa - cegła ceramiczna dziurawka gr. 7,0 cm	1,6	40	0,2
SD	strop dolny - strop żelbetowy gr. 36,0 cm	2,1	360	6,0
SG	strop górny - strop żelbetowy gr. 24,0 cm	2,1	240	4,0
Uwaga : Równoważnik grubości ołowiu dla istniejących osłon odczytano dla U=100 kV				

## PRZYKŁADOWE DANE TECHNICZNE APARATU PRZYŁÓŻKOWEGO

Typ	cyfrowy aparat rtg do radiologii zabiegowej z ramieniem C	
parametr	jednostka	wartość
Generator		
min. częstotliwość przetwornika	kHz	60
zakres napięcia anodowego	kV	40 - 110
zakres prądu anodowego w trybie fluoroskopii	mA	0,1 - 10
maksymalna szerokość impulsu	ms	40,0
liczba pulsów w czasie 1 s	puls/s	6,25 / 12,5
Lampa		
Ogniska wg normy IEC 60336	-	0,6
Promieniowanie uboczne w odległości 1 m dla 100 kV	mGy/h	0,8
Typ anody	wirująca	
Detektor obrazowy		
Średnica	cm	23
Ramię C		
SID	cm	100
Przestrzeń operacyjna	cm	90

## ZAŁOŻENIA

- Parametry ekspozycji określono na podstawie danych technicznych aparatu typu ramię C, oraz na podstawie.
- Zaproponowaną liczbę wykonywanych ekspozycji oraz parametry ekspozycji należy zweryfikować z przyszłym użytkownikiem aparatu.
- Przyjęto, że wiązka pierwotna jest całkowicie pochłaniana w konstrukcji detektora obrazowego, dlatego analizę wymaganej ochronności osłon stałych ograniczono do narażenia jakie pochodzi od promieniowania rozproszonego od ciała pacjenta, oraz promieniowania rozproszonego od wielowarstwowej struktury detektora ceramicznego umieszczonego wewnątrz ramienia aparatu.
- Na podstawie analizy typowych realizowanych protokołów w pracowni przyjęto uśrednione parametry ekspozycji podane w tabeli „Parametry ekspozycji RTG”.

- e) Odczytów z nomogramów i tabel zamieszczonych w Polskiej Normie PN-86/J-80001 (wydanie 3 z 1992r.) „Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych.” dokonano dla napięcia 100 kV.
- f) Wymaganą grubość osłon stałych przed promieniowaniem rtg rozproszonym przez struktury detektorów ceramicznych w gantry odczytano z diagramów zamieszczonych w PN-86/J-80001 dla przyjętego napięcia oraz obliczonej zredukowanej mocy dawki promieniowania X rozproszonego przez beton lub cegłę C2 dokonując odpowiedniego przeliczenia dla stali zgodnie z tabelą 11.
- g) Obliczeń oraz analizy wielkości promieniowania ubocznego dokonano na podstawie wartości dawki podanej przez producenta lamp rtg.
- h) We wnioskach końcowych dokonano analizy równoważnika ołowiu dla istniejących osłon stałych przyjmując jako odniesienie maksymalne wartości grubości osłon z ołowiu obliczone dla promieniowania rozproszonego od tkanki pacjenta oraz od detektora obrazowego.

## PARAMETRY EKSPOZYCJI RTG

<i>Parametr</i>	<i>Oznaczenie</i>	<i>Wartość</i>	<i>Jednostka</i>
Napięcie maksymalne	$U_{nom}$	100	kV
Prąd maksymalny	$I_{nom}$	10	mA
Czas procedury	$t_p$	10	min
		600	s
Długość impulsu	$t_{imp}$	40	ms
Liczba impulsów na sekundę	pps	12,5	-
Czas ekspozycji w trakcie procedury	$t_e$	300	s
Liczba procedur tygodniowo	-	25	-
Czas pracy źródła	$t_o$	125,0	min
		2,08	h
Średnica panelu cyfrowego	d	0,23	m
Powierzchnia panelu cyfrowego	s	0,08	m <sup>2</sup>
SID	f	1	m

**WSPÓŁCZYNNIKI PRAWDOPODOBIENSTWA PRZEBYWANIA LUDZI – T ORAZ DOPUSZCZALNE DAWKI TYGODNIOWE ZA OSŁONAMI - D**

<i>osłona</i>	<i>opis pomieszczenia za osłoną</i>	<i>nr na rysunku</i>	<i>T</i>	<i>D [μGy]</i>
<b>1-2</b>	Z uwagi na położenie pracowni na siódmym piętrze budynku oraz znaczną odległość od budynków sąsiadujących odstępiono od szacowania osłonności dla tej przegrody budowlanej			
<b>2-3</b>	Gabinet asystentów - Otolaryngologia	-	1	8,7
<b>3-4-5</b>	Serwerownia	8/28a	0,25	8,7
<b>5-6</b>	Hol windy	VIII/2	0,25	8,7
<b>6-7-8</b>	Magazyn czysty / Pom. Butli CO2	8/28b / 8/28c	0,25	8,7
<b>8-1</b>	Magazyn Endoskopów / Myjnia Endoskopów	8/26a / 8/26b	0,25	8,7
<b>SD</b>	Pomieszczenia szpitalne	-	1	8,7
<b>SG</b>	Dach	-	0,05	8,7

**CZAS NARAŻENIA**

<i>osłona</i>	<i>t<sub>o</sub></i>		<i>T</i>	<i>U</i>	<i>t</i>	
	<i>min</i>	<i>h</i>			<i>min</i>	<i>h</i>
<b>2-3</b>	125,000	2,080	1	1	125,000	2,080
<b>3-4-5</b>	125,000	2,080	0,25	1	31,250	0,520
<b>5-6</b>	125,000	2,080	0,25	1	31,250	0,520
<b>6-7-8</b>	125,000	2,080	0,25	1	31,250	0,520
<b>8-1</b>	125,000	2,080	0,25	1	31,250	0,520
<b>SD</b>	125,000	2,080	1	1	125,000	2,080
<b>SG</b>	125,000	2,080	0,05	1	6,250	0,104

## WYNIKI OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD TKANKI  
bez uwzględniania promieniowania ubocznego

Oslona	$D$ [μGy]	$I$ [mA]	$t$ [h]	$I$ [mA]	$C1$ [μGy · m <sup>2</sup> / mA · h]	Wymagana grubość ołowiu [mm]
2-3	8,70	2,6	2,08	10	2,80	1,1
3-4-5	8,70	3,1	0,52	10	16,10	0,6
5-6	8,70	5,1	0,52	10	43,50	0,4
6-7-8	8,70	3,2	0,52	10	17,10	0,6
8-1	8,70	4,8	0,52	10	38,50	0,4
SD	8,70	1,3	2,08	10	0,70	1,8
SG	8,70	3	0,10	10	75,30	0,3
Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV						

GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM PRZEZ STRUKTURĘ DETEKTORA  
bez uwzględniania promieniowania ubocznego

Oslona	$D$ [μGy]	$I$ [mA]	$f$ [m]	$t$ [h]	$I$ [mA]	$s$ [m <sup>2</sup> ]	$C_2$ [mGy · m <sup>2</sup> / mA · h]	Wymagana grubość ołowiu [mm]	Przeliczona grubość ołowiu dla stali [mm]
2-3	8,70	2,60	1,00	2,08	10,00	0,080	35,30	1,0	0,7
3-4-5	8,70	3,10	1,00	0,52	10,00	0,080	201,00	0,4	0,3
5-6	8,70	5,10	1,00	0,52	10,00	0,080	544,00	0,1	0,1
6-7-8	8,70	3,20	1,00	0,52	10,00	0,080	214,20	0,4	0,3
8-1	8,70	4,80	1,00	0,52	10,00	0,080	481,80	0,1	0,1
SD	8,70	1,30	1,00	2,08	10,00	0,080	8,80	1,3	0,8
SG	8,70	3,00	1,00	0,10	10,00	0,080	941,10	0,1	0,1
Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV									

### GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

Do obliczeń przyjęto wartość mocy dawki promieniowania ubocznego  $\dot{D}_u = 0,8 \text{ mGy/h} = 800 \text{ }\mu\text{Gy/h}$

<i>osłona</i>	$\dot{D}_u$ $\mu\text{Gy/h}$	$t$ $h$	$D_u$ $\mu\text{Gy}$	$D_{ul}$ $\mu\text{Gy}$	$r$ $\text{mm Pb}$	$k$ -	$D_{uo}$ $\mu\text{Gy}$	$D_d$ $\mu\text{Gy}$	$D_{uo}/D_d$ %
<b>2-3</b>	800	2,080	1664	246,15	1,10	450	0,55	8,70	<b>6,32%</b>
<b>3-4-5</b>	800	0,520	416	43,29	0,60	80	0,54	8,70	<b>6,21%</b>
<b>5-6</b>	800	0,520	416	15,99	0,40	40	0,4	8,70	<b>4,60%</b>
<b>6-7-8</b>	800	0,520	416	40,63	0,60	80	0,51	8,70	<b>5,86%</b>
<b>8-1</b>	800	0,520	416	18,06	0,40	40	0,45	8,70	<b>5,17%</b>
<b>SD</b>	800	2,080	1664	984,62	1,80	5000	0,2	8,70	<b>2,30%</b>
<b>SG</b>	800	0,104	83,2	9,24	0,30	20	0,46	8,70	<b>5,29%</b>

Z obliczeń wynika, że dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona za osłonami przed promieniowaniem rozproszonym, dla osłon jest mniejsza niż 10 % dawki tygodniowej.

Zgodnie z punktem 2.5.4. normy PN - 86/J – 80001 3 grubość osłon pozostaje bez zmiany.

### ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

<i>osłona</i>	<i>obliczona grubość osłony</i>		<i>przyjęta wymagana grubość warstwy ołowiu dla osłony</i>
	<i>przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki</i>	<i>przed promieniowaniem rozproszonym od detektora</i> mm Pb	
<b>2-3</b>	1,10	0,70	<b>1,10</b>
<b>3-4-5</b>	0,60	0,30	<b>0,60</b>
<b>5-6</b>	0,40	0,10	<b>0,40</b>
<b>6-7-8</b>	0,60	0,30	<b>0,60</b>
<b>8-1</b>	0,40	0,10	<b>0,40</b>
<b>SD</b>	1,80	0,80	<b>1,80</b>
<b>SG</b>	0,30	0,10	<b>0,30</b>

Przyjęta wymagana wartość grubości osłony w mm Pb jest największą obliczoną wartością dla danej osłony stałej uwzględniającą promieniowanie działające na daną osłonę - rozproszone od tkanki oraz rozproszone od detektorów. Jeżeli z nomogramów zamieszczonych w PN-86/J-80001 wynika, że grubość osłony jest < 0,1 mm Pb, to zgodnie z zasadą ostrożności, przyjęto jako wymaganą grubość osłony wartość = 0,1 mm Pb.

## WNIOSKI I ZALECENIA

### ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI OSŁON DLA PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

<i>osłona</i>	<i>równoważnik ołowiu przegrody budowlanej</i>	<i>wymagana grubość osłony</i> mm Pb	<i>minimalna grubość dodatkowej osłony</i>
<b>2-3</b>	0,2	1,10	<b>0,90</b>
<b>3-4-5</b>	0,2	0,60	<b>0,40</b>
<b>5-6</b>	0,2	0,40	<b>0,20</b>
<b>6-7-8</b>	0,2	0,60	<b>0,40</b>
<b>8-1</b>	0,2	0,40	<b>0,20</b>
<b>SD</b>	6,0	1,80	<b>0,00</b>
<b>SG</b>	4,0	0,30	<b>0,00</b>

### ZESTAWIENIE OSŁON DLA DRZWI I OKIEN

D1 – D3 - drzwi systemowe pełne z warstwą blachy ołowianej **grubości 1,0 mm**,

## ZNAKI I OŚWIETLENIE OSTRZEGAWCZE

Na drzwiach wejściowych należy umieścić znak ostrzegawczy przed promieniowaniem jonizującym zgodny ze wzorem załącznika nr 1 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dn. 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi [Dz. U. z 2006 r. Nr 180, poz. 1325].

## Wnioski

### UWAGA!

**Należy zamontować dodatkowe osłony zgodnie z wytycznymi.**

Na podstawie obliczeń wykonanych dla Gabinetu Gastroskopii / ERCP, wykazano, że istniejące przegrody budowlane wymagają dodatkowego zabezpieczenia zgodnie z wytycznymi zawartymi powyżej.

Wszystkie istotne przepusty ścian oraz stropów należy zabezpieczyć przed wyciekami przez nie promieniowania rozproszonego, które mogłoby stanowić zagrożenie dla osób przebywających za zaprojektowanymi osłonami.

Wszelkie otwory należy zabezpieczyć dodatkowo osłonami z blachy ołowianej, której grubość odpowiada równoważnikowi ołowiu dla danej przegrody budowlanej.

Długość osłony za przegrodą odpowiada dwukrotnej średnicy osłanianego otworu, dla przykładu, jeśli otwór posiada średnicę 20 mm to długość odcinka przechodzących instalacji przez ten otwór powinien być zabezpieczony ołowiem na odcinku 40 mm od powierzchni przegrody.

Osłony te należy zamontować kołnierzem do przegrody w celu uniknięcia przecieków rozproszonego promieniowania jonizującego emitowanego przez stosowany w pracowni aparat rentgenowski.