



**Inwestor:** Uniwersytet Medyczny w Łodzi, al. Kościuszki 4, 90-419 Łódź

**Temat:** DRUGI ETAP BUDOWY CENTRUM KLINICZNO-DYDAKTYCZNEGO UNIWERSYTETU MEDYCZNEGO W ŁODZI WRAZ Z AKADEMICKIM OŚRODKIEM ONKOLOGICZNYM

**Adres:** ul. Pomorska 251, 92-213 Łódź  
dz. nr ewid. 411, obręb 106106\_9.0014, W-14, jedn. ewid. ŁÓDŹ-WIDZEW

**Kat. obiektu:** IX, XI

**Stadium:** PROJEKT WYKONAWCZY

**Nr projektu:** IBG-P/240/18

**Tom:** II – PROJEKT WYKONAWCZY - BUDYNKI A1, A2

**Część/Branża:** IX – OCHRONA RADIOLOGICZNA

**Projektanci:** mgr inż. Kamil Kamiński  
upr. nr 409 R/2014 typu R oraz nr IOR/131/2015 typu IOR-3  
inspektor ochrony radiologicznej

(pusta strona)

# 1 ZAWARTOŚĆ PROJEKTU

## 1.1 Spis kompletnej, wielobranżowej dokumentacji projektowej

SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU WYKONAWCZEGO:

### Tom I – FORMALNOŚCI

Część I	DOKUMENTY FORMALNO-PRAWNE
Część II	INFORMACJA DOTYCZĄCA BIOZ
Część III	ETAPOWANIE
Część IV	INSTRUKCJA EKSPLOATACJI BUDYNKÓW

### Tom II – PROJEKT WYKONAWCZY - BUDYNKI A1, A2

Część I	ARCHITEKTURA
Część II	BRANŻA KONSTRUKCYJNA
Część III	BRANŻA SANITARNA
Część III.I	INSTALACJA WOD-KAN, KAN. DESZCZ., C.O. – BUDYNEK A1
Część III.II	INSTALACJA TRYSKACZOWA I HYDRANTOWA – BUDYNEK A1
Część III.III	WENTYLACJA, KLIMATYZACJA, INSTALACJA CHŁODNICZA I CIEPŁA TECHNOLOGICZNEGO – BUDYNEK A1
Część III.IV	WĘZEL CIEPLNY – BUDYNEK A1
Część III.V	INSTALACJA WOD-KAN, HYDRANTOWA, KAN. DESZCZ., C.O., GAZOWA – BUDYNEK A2
Część III.VI	WĘZEL CIEPLNY – BUDYNEK A2
Część III.VII	WENTYLACJA, KLIMATYZACJA, INSTALACJA CHŁODNICZA I CIEPŁA TECHNOLOGICZNEGO – BUDYNEK A2
Część IV	GAZY MEDYCZNE
Część V	BRANŻA ELEKTRYCZNA
Część VI	BRANŻA NISKOPRĄDOWA
Część VII	BRANŻA BMS
Część VIII	BRANŻA SUG
<b>Część IX</b>	<b>OCHRONA RADIOLOGICZNA</b>
Część X	TECHNOLOGIA MEDYCZNA Z LOGISTYKĄ
Część XI	INSTRUKCJA PPOŻ
Część XII	OPERAT AKUSTYCZNY

### **Tom III – PROJEKT WYKONAWCZY - STWIOR, PRZEDMIARY I KOSZTORYSY**

Część I            STWIOR

Część II          PRZEDMIARY I KOSZTORYSY

## 1.2 Spis zawartości części IX tomu II – Ochrona Radiologiczna

<b>1</b>	<b>ZAWARTOŚĆ PROJEKTU.....</b>	<b>3</b>
1.1	Spis kompletnej, wielobranżowej dokumentacji projektowej.....	3
1.2	Spis zawartości części IX tomu II – Ochrona Radiologiczna.....	5
1.3	Spis części rysunkowej.....	5
<b>2</b>	<b>PODZIAŁ NA ETAPY i Podetapy (fazy) DLA PROJEKTU WYKONAWCZEGO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>OCHRONA RADIOLOGICZNA .....</b>	<b>9</b>
3.1	PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Pracownia CT - pomieszczenie P00.IP.128 .....	9
3.2	PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Gabinet RTG - pomieszczenie P00.IP.121.....	19
3.3	PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Gabinet RTG - pomieszczenie P00.IP.66 .....	31
3.4	PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Sala Operacyjna – P01.BO115 .....	43
3.5	PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Sala Operacyjna – P01.BO116 .....	55
3.6	PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Angiograf dwupłaszczyznowy P00.IP.126 .....	67
3.7	PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Zapasowy Angiograf dwupłaszczyznowy .....	79
3.8	PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Angiograf jednopłaszczyznowy P00.HEM.3 .....	91
3.9	PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Angiograf dwupłaszczyznowy P00.HEM.5 .....	103

## 1.3 Spis części rysunkowej

Nr dokumentu	Tytuł	Skala
<b>OCHRONA RADIOLOGICZNA</b>		
240-IP-A2-01-DR-R-00001	Rzut poziomu 01	-
240-IP-A2-01-DR-R-00002	Punkty pomiarowe - Sala operacyjna	1:50
240-IP-A2-01-DR-R-00003	Punkty pomiarowe - Sala operacyjna	1:50
240-IP-A2-0-DR-R-00004	Rzut poziomu 0	-
240-IP-A2-0-DR-R-00005	Punkty pomiarowe - Gab. RTG P00.IP.121	1:50
240-IP-A2-0-DR-R-00006	Punkty pomiarowe - CT P00.IP.128	1:50
240-IP-A2-0-DR-R-00007	Punkty pomiarowe - Angiograf dwupłaszczyznowy P00.IP.126	1:50
240-IP-A2-0-DR-R-00008	Punkty pomiarowe - Przestrzeń na planowany angiograf	1:50
240-IP-A2-0-DR-R-00009	Punkty pomiarowe - Gab. RTG	1:50
240-IP-A2-0-DR-R-00010	Punkty pomiarowe - Angiograf jednopłaszczyznowy P00.HEM.3	1:50
240-IP-A2-0-DR-R-00011	Punkty pomiarowe - Angiograf dwupłaszczyznowy P00.HEM.5	1:50

## 2 PODZIAŁ NA ETAPY I PODETAPY (FAZY) DLA PROJEKTU WYKONAWCZEGO

Podział projektu wykonawczego, w zakresie branży ARCHITEKTURA, obejmującego części budynków A1 i A2 nieobjęte etapami I-V, przewidziane do realizacji w etapie VI, określonym w decyzji nr DAR-UA-II.1775.2012 z dnia 18.12.2012 r., z którego wyodrębnia się etapy:

- Etap VII – obejmujący zmianę zamierzonego sposobu użytkowania części budynku A1, w osiach 1÷28/J'''÷K''', na zespół oddziałów specjalistycznych, pracownię specjalistyczną, hostel specjalistyczny, szatnie i magazyny, pomieszczenia techniczne i komunikację, z podziałem na podetapy wymienione poniżej;
- Etap VIII – obejmujący zmianę zamierzonego sposobu użytkowania części budynku A2, w osiach 9'÷18/F÷J'' w części A-2-1 oraz w osiach 1'÷27/A'÷J'' w części A-2-2, na: zespół oddziałów specjalistycznych, poradni specjalistycznych, pracowni specjalistycznych, laboratoria, pomieszczenia: izby przyjęć, bloku operacyjnego, centralnej sterylizatorni, banku krwi, apteki, podstawowej opieki zdrowotnej, administracji, relaksu, szatnie i magazyny, pomieszczenia techniczne i komunikację, z podziałem na podetapy wymienione poniżej.

W załącznikach graficznych nr od 240-IP-00-03-SD-A-00001 do 240-IP-00-17-SD-A-00021, obejmujących 21 kondygnacji szpitala, został przedstawiony schemat etapowania, w podziale na stan realizacji :

- Zrealizowane – Etap I, II, III, IV,
- W trakcie realizacji – Etap VI,
- Niezrealizowane - Etap V,
- Objęte niniejszym opracowaniem – Etap VII i VIII.

### ETAP VII → BUDYNEK A1

obejmuje:

- BUDYNEK A1 – POZIOMY OD 03 DO 17 (Z WYŁĄCZENIEM KONDYGNACJI 01)

(03,02 - kondygnacje podziemne, kondygnacje nadziemne 01, 0, 1...17)

Każdy Etap został odpowiednio podzielony na Podetapy realizacji zwane dalej Fazami.

Przewidziano podział faz na odpowiednio:

a – zagospodarowanie pustostanów szpitala,

b – przebudowa istniejących jednostek szpitala .

Poniżej przedstawiony został opis poszczególnych jednostek za pomocą osi konstrukcyjnych oraz przypisane mu odpowiednie Podetapy/Fazy.

- Podetap VII-0 (Faza 0): poziom 03 (piwnica -1) w osiach 1÷8/J'''÷K''' oraz poziom 17 (18 piętro) w osiach 1''÷8/J''÷K'', 8÷10/J''÷K – pomieszczenia techniczne i komunikacja.
- Podetap VII-1a (Faza 1a): poziom 16 (17 piętro) w osiach 16'÷25/J''÷K'' – Oddział Neonatologii.
- Podetap VII-2a (Faza 2a): poziom 16 (17 piętro) w osiach 1'''÷16'/J''÷K'' – Oddział Położniczy z blokiem porodowym.
- Podetap VII-3a (Faza 3a): poziom 15 (16 piętro) w osiach 18÷25/J''÷K'' – Oddział Endokrynologii.

- Podetap VII-4a (Faza 4a): poziom 15 (16 piętro) w osiach 10÷18/J''÷K'' – Oddział Chemioterapii.
- Podetap VII-5a (Faza 5a): poziom 15 (16 piętro) w osiach 1'''÷10/J''÷K'' – Oddział Onkologii Ogólnej.
- Podetap VII-6a (Faza 6a): poziom 13 (14 piętro) w osiach 1'''÷8/J''÷K'' – Hostel Onkologiczny.
- Podetap VII-7a (Faza 7a): poziom 11 (12 piętro) w osiach 16'÷25/J''÷K'' – Oddział Neurologii.
- Podetap VII-8a (Faza 8a): poziom 11 (12 piętro) w osiach 8÷16'/J''÷K'' – Oddział Neurochirurgii.
- Podetap VII-9a (Faza 9a): poziom 11 (12 piętro) w osiach 1'''÷8/J''÷K'' – Oddział Geriatryczny.
- Podetap VII-10a (Faza 10a): poziom 10 (11 piętro) w osiach 1'''÷25/J''÷K'' – Oddział Chirurgii Onkologicznej.
- Podetap VII-11a (Faza 11a): poziom 9 (10 piętro) w osiach 1'''÷8/J''÷K'' – Pracownia Histopatologii.
- Podetap VII-12a (Faza 12a): poziom 8 (9 piętro) w osiach 1'''÷8/J''÷K'' – Oddział Medycyny Paliatywnej.
- Podetap VII-13a (Faza 13a): poziom 7 (8 piętro) w osiach 1'''÷8/J''÷K'' – Oddział Urologii.
- Podetap VII-14a (Faza 14a): poziom 6 (7 piętro) w osiach 1'''÷8/J''÷K'' – Oddział Ginekologii Onkologicznej.
- Podetap VII-15a (Faza 15a): poziom 3 (4 piętro) w osiach 1'''÷8/J''÷K'' – Oddział Radioterapii.
- Podetap VII-16a (Faza 16a): poziom 0 (1 piętro) w osiach 1÷10/H÷K'' – Oddział Chemioterapii Diennej.
- Podetap VII-17a (Faza 17a): poziom 02 (piwnica) w osiach 1÷9/L÷K''' – Szatnie i magazyny, pomieszczenia techniczne i komunikacja.
- Podetap VII-18a (Faza 18a): poziom 12 (13 piętro) w osiach 1'''÷8/J''÷K'' – Centrum Symulacji Medycznych.
- Podetap VII-19a (Faza 19a): poziom 14 (15 piętro) w osiach 1'''÷10/J''÷K'' – Oddział Pediatrii i Hematologii.
- Podetap VII-20a (Faza 20a): poziom 14 (15 piętro) w osiach 10÷16'/J''÷K'' – Oddział Leczenia Jednego Dnia Onkohematologii Dziecięcej z odcinkiem transplantologicznym.
- Podetap VII-21a (Faza 21a): poziom 14 (15 piętro) w osiach 16'÷25/J''÷K'' – Oddział Pediatrii i Onkologii.
- Podetap VII-22a (Faza 22a): poziom 5 (6 piętro) w osiach 1'''÷8/J''÷K'' – Oddział Elektrokardiologii.
- Podetap VII-23a (Faza 23a): poziom 4 (5 piętro) w osiach 1'''÷8/J''÷K'' – Oddział Kardiologii Dziecięcej.
- Podetap VII-24a (Faza 24a): poziom 1 (2 piętro) w osiach 1'''÷8/J''÷K'' – Oddział Chirurgii Naczyniowej.

### **ETAP VIII → BUDYNEK A2**

obejmuje:

#### **• BUDYNEK A2 – POZIOMY OD 02 DO 1**

(02 - kondygnacja podziemna, kondygnacje nadziemne 01, 0, 1)

Każdy Etap został odpowiednio podzielony na Podetapy realizacji zwane dalej Fazami.

Przewidziano podział faz na odpowiednio:

a – zagospodarowanie pustostanów szpitala,

b – przebudowa istniejących jednostek szpitala .

Poniżej przedstawiony został opis poszczególnych jednostek za pomocą osi konstrukcyjnych oraz przypisane mu odpowiednie Podetapy/Fazy.

- Podetap VIII-0 (Faza 0): poziom 02 (piwnica) w osiach 8÷10'/D÷J', 10'÷16'/K÷J', 13÷18/D÷D' – pomieszczenia techniczne i komunikacja.
- Podetap VIII-1a (Faza 1a): poziom 0 (1 piętro) w osiach 10'÷25'/A÷F – Izba Przyjęć.
- Podetap VIII-2a (Faza 2a): poziom 02 (piwnica) w osiach 19÷27/D÷H – Laboratoria diagnostyczne.
- Podetap VIII-3a/b (Faza 3a/b): poziom 01 (parter) w osiach 9'÷22/C÷J'' – Blok Operacyjny z salą wybudzeń.
- Podetap VIII-4a (Faza 4a): poziom 02 (piwnica) w osiach 10÷18/D÷F – Centralna Sterylizatornia.
- Podetap VIII-5a (Faza 5a): poziom 02 (piwnica) w osiach 18÷19/D÷F – Bank Krwi.
- Podetap VIII-6b (Faza 6b): poziom 02 (piwnica) w osiach 9'÷18'/F÷J' oraz poziom 1 (2 piętro) w osiach 10÷18'/F'÷J'' – Apteka z pracownią cytostatyczną.
- Podetap VIII-7a (Faza 7a): poziom 1 (2 piętro) w osiach 1'÷10/A'÷F – Poradnie.
- Podetap VIII-8b (Faza 8b): poziom 1 (2 piętro) w osiach 9'÷10/F÷J'' – Pracownia Immunopatologii i Genetyki.
- Podetap VIII-9a (Faza 9a): poziom 0 (1 piętro) w osiach 2÷10'/B÷F – Poradnie.
- Podetap VIII-10b (Faza 10b): poziom 0 (1 piętro) w osiach 9'÷10/F÷J'' – Centrum Opieki Koordynowanej.
- Podetap VIII-11a (Faza 11a): poziom 02 (piwnica) w osiach 1÷2/A÷D, 2÷27/C÷D, 25'÷27/D÷F – Szatnie i magazyny.
- Podetap VIII-12a (Faza 12a): poziom 0 (1 piętro) w osiach 25'÷27/H÷J' – Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii.
- Podetap VIII-13a (Faza 13a): poziom 0 (1 piętro) w osiach 17'÷22/E÷G – Pracownia Hemodynamiki przy Izbie Przyjęć.
- Podetap VIII-14b (Faza 14a): poziom 0 (1 piętro) w osiach 17÷18'/F÷J' – Centrum Badań Klinicznych.
- Podetap VIII-15b (Faza 15b): poziom 0 (1 piętro) w osiach 16÷17/G÷G' – Pracownia Pediatrycznej Opieki Paliatywnej.
- Podetap VIII-16b (Faza 16b): poziom 0 (1 piętro) w osiach 10÷17'/G÷H – Oddział Polisomnografii.
- Podetap VIII-17a (Faza 17a): poziom 01 (parter) w osiach 21÷27/C÷F – Oddział Endoskopii i Chirurgii jednego Dnia.
- Podetap VIII-18a (Faza 18a): poziom 01 (parter) w osiach 1÷2/A÷D, 9'÷18/B÷C – Strefa Relaksu Studentów.
- Podetap VIII-19a (Faza 19a): poziom 01 (parter) w osiach 2÷9'/C÷D – POZ (Podstawowa Opieka Zdrowotna).
- Podetap VIII-20a (Faza 20a): poziom 1 (2 piętro) w osiach 16÷27/B3÷H – Administracja Szpitalna.
- Podetap VIII-21a (Faza 21a): poziom 1 (2 piętro) w osiach 10÷16/B3÷F' – Brain.
- Podetap VIII-22a (Faza 22a): poziom 01 (parter) w osiach 24÷27/F÷H oraz poziom 0 (1 piętro) w osiach 24÷27/F÷H – Toksykologia.

Etapowanie nie obejmuje części zamierzenia budowlanego zrealizowanej i oddanej do użytkowania.



### 3 OCHRONA RADIOLOGICZNA

Obliczenia zostały wykonane dla przykładowych parametrów ekspozycji. Po wyborze dostawcy należy wykonać obliczenia weryfikujące pomieszczenia dla docelowych urządzeń radiologicznych.

#### 3.1 PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Pracownia CT - pomieszczenie P00.IP.128

---

(PUSTA STRONA)

## **1. CEL PROJEKTU**

Celem sporządzenia projektu jest obliczenie wymaganej grubości osłon stałych przed promieniowaniem rentgenowskim dla Pracowni Tomografii Komputerowej - pomieszczenie P00.IP.128.

## **2. DOKUMENTY BĘDĄCE PODSTAWĄ PROJEKTU**

1. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 792).
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 czerwca 2015 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. z 2015 r. poz. 1355).
6. Polska Norma PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych.
7. Projekt budowlany wykonawczy.

## **3. PARAMETRY POMIESZCZENIA**

Zgodnie z § 5. 1. 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 rtg rentgenowskiego, w którym jest zainstalowany aparat rentgenowski nie może być mniejsza niż 15 m<sup>2</sup>. Wysokość gabinetu nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia Gabinetu TK wynosi 50,32 m<sup>2</sup> , a jego wysokość (mierzona między stropami) wynosi 3,89 m . Wymiary pomieszczenia są więc wystarczające dla zainstalowania tomografu komputerowego.

#### 4. METODYKA OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

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.”

Do obliczeń przyjęto wartości dawek granicznych podane w § 2.1 i § 3.1. rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325).

#### 5. KONSTRUKCJA ISTNIEJĄCYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Oznaczenie na rysunku	Opis i konstrukcja przegrody	Równoważnik ołowiu
1-2	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
2-3	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 3 mm	3 mm
3-4	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
4-5	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
5-1	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
SD	<i>strop dolny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 2 mm	> 2 mm
SG	<i>strop górny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 2 mm	> 2 mm

## 6. PRZYKŁADOWE DANE TECHNICZNE TOMOGRAFU KOMPUTEROWEGO

Typ	wielorzędowy tomograf komputerowy	
<i>parametr</i>	<i>jednostka</i>	<i>wartość</i>
Generator		
Zakres napięcia anodowego	kV	80, 100, 120, 140
Zakres prądu anodowego	mA	10 - 835
Lampa rtg		
ogniska nominalne (IEC 60336/2005)	-	1,0 x 0,7
		1,6 x 1,2
		2,0 x 1,2
promieniowanie uboczne w odległości 1 m dla 125 kV	mGy/h	< 0,8
Gantry		
Średnica otworu gantry	cm	70
Czas pojedynczego obrotu lampy	s	0.35 – 2,0
Szerokość warstwy	mm	0,625 – 6,0
Pitch factor	-	0,531 – 1,531
Maksymalny czas skanu spiralnego	s	127
Akwizycja danych		
max. liczba warstw / obrót	-	64
liczba rzędów detektorów	-	64

## 7. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

### 7.1. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

- a) Parametry ekspozycji określono na podstawie danych technicznych typowego wielorzędowego tomografu komputerowego.
- b) Przyjęto, że wiązka pierwotna oraz promieniowanie uboczne jest całkowicie pochłaniane w gantry tomografu komputerowego, dlatego analizę wymaganej ochronności osłon stałych ograniczono do narażenia jakie pochodzi od promieniowania rozproszonego od ciała pacjenta, oraz promieniowania rozproszonego od wielowarstwowej struktury detektorów ceramicznych umieszczonych na wewnętrznym obwodzie gantry tomografu.
- c) Prąd anodowy obliczono na podstawie podanego dla danego protokołu efektywnego produktu mAs (eff. mAs), uwzględniając współczynnik skoku spirali (Pitch Factor) oraz czasu pojedynczego obrotu lampy (rotation time).
- d) Na podstawie analizy typowych realizowanych protokołów w pracowni przyjęto uśrednione parametry ekspozycji podane w punkcie 7.2.
- e) 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, co jest wystarczającym przybliżeniem dla przyjętego nominalnego napięcia równego 120 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) 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 elementów gantry.

## 7.2. PARAMETRY EKSPOZYCJI RTG

<i>Parametr</i>	<i>Oznaczenie</i>	<i>Wartość</i>	<i>Jednostka</i>
napięcie nominalne	$U_{nom}$	<b>120</b>	kV
prąd nominalny	$I_{nom}$	<b>300</b>	mA
średni czas pracy lampy dla jednego protokołu	$t_p$	<b>20</b>	s
liczba protokołów tygodniowo	-	<b>200</b>	-
czas pracy źródła tygodniowo	$t_o$	<b>67</b>	min
		<b>1,1</b>	h
szerokość matrycy detektorów	r	<b>0,20</b>	m
powierzchnia rozpraszająca	s	<b>0,04</b>	m <sup>2</sup>
SID	f	<b>0,78</b>	m

## 7.3. 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>
1-2	Komunikacja	P00.IP.140	<b>0,25</b>	<b>8,70</b>
2-3	Angiograf dwupłaszczyznowy	P00.IP.126	<b>1,0</b>	<b>8,70</b>
3-4	Pom. tech Kabina	P00.IP.80 P00.IP.79	<b>0,25</b>	<b>8,70</b>
4-5	Kabina Pokój opisów	P00.IP.77 P00.IP.127	<b>1,0</b>	<b>4,35</b>
5-1	Sterownia	P00.IP.122	<b>1,0</b>	<b>26,10</b>
SD	sala operacyjna	-	<b>1,0</b>	<b>8,70</b>
SG	Pomieszczenia biurowe	P1.BR.22 P1.BR.23	<b>1,0</b>	<b>8,70</b>

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

#### 7.4. CZAS

<i>osłona</i>	<i>t<sub>0</sub></i>		<i>T</i>	<i>U</i>	<i>t</i>	
	<i>min</i>	<i>h</i>			<i>min</i>	<i>h</i>
1-2	67	1,1	0,25	1	16,75	0,28
2-3	67	1,1	1	1	67	1,10
3-4	67	1,1	0,25	1	16,75	0,28
4-5	67	1,1	1	1	67	1,10
5-1	67	1,1	1	1	67	1,10
SD	67	1,1	1	1	67	1,10
SG	67	1,1	1	1	67	1,10

#### 7.5. WYNIKI OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

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

<i>osłona</i>	<i>odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony</i>	<i>zredukowana moc dawki C1</i>	<i>odczytana grubość osłony z ołowiu</i>
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb
1-2	3,3	1,1	<b>1,7</b>
2-3	2,9	0,2	<b>2,0</b>
3-4	3,7	1,4	<b>1,5</b>
4-5	4,9	0,3	<b>2,0</b>
5-1	5,6	2,5	<b>1,3</b>
SD	1,5	0,1	<b>2,0</b>
SG	3,2	0,3	<b>2,0</b>

Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV



### 7.5.2. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM PRZEZ STRUKTURĘ DETEKTORÓW CERAMICZNYCH

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki C2	odczytana grubość osłony z ołowiu	przeliczona grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb	mm Pb
1-2	3,3	17,5	1,2	0,8
2-3	2,9	3,4	1,8	1,2
3-4	3,7	22,0	1,1	0,7
4-5	4,9	4,8	1,6	1,0
5-1	5,6	37,7	1,0	0,7
SD	1,5	0,9	2,1	1,4
SG	3,2	4,1	1,7	1,1

Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV

### 7.5.3. ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

osłona	obliczona grubość osłony		przyjęta wymagana grubość warstwy ołowiu dla osłony
	przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki	przed promieniowaniem rozproszonym od gantry	
	mm Pb		
1-2	1,7	0,8	1,7
2-3	2,0	1,2	2,0
3-4	1,5	0,7	1,5
4-5	2,0	1,0	2,0
5-1	1,3	0,7	1,3
SD	2,0	1,4	2,0
SG	2,0	1,1	2,0

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.

## 8. WNIOSKI I ZALECENIA

### 8.1. ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI OSŁON DLA PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

<i>osłona</i>	<i>równoważnik ołowiu przegrody budowlanej</i>	<i>wymagana grubość osłony</i>	<i>minimalna grubość dodatkowej osłony</i>
	mm Pb		
1-2	2,0	1,7	0,0
2-3	3,0	2,0	0,0
3-4	2,0	1,5	0,0
4-5	2,0	2,0	0,0
5-1	2,0	1,3	0,0
SD	>2,0	2,0	0,0
SG	>2,0	1,7	0,0

Obliczeń oraz odczytów z nomogramów dokonano dla napięcia 100 kV

### 8.2. ZESTAWIENIE OSŁON DLA DRZWI I OKIEN

D1, D3, D4, D5 - drzwi systemowe pełne z warstwą blachy ołowianej **grubości 2,0 mm**,

D2 - drzwi systemowe pełne z warstwą blachy ołowianej **grubości 3,0 mm**,

O1 - okno podglądowe w sterowni o równoważniku **2,0 mm Pb**.

## 9. 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].

Gabinet tomografii komputerowej wyposażony jest w ostrzegawczą sygnalizację świetlną umieszczoną nad drzwiami do gabinetu, włączaną równocześnie z zasilaniem generatora zgodnie z wymaganiami oraz w sygnalizację świetlną umieszczoną nad drzwiami do gabinetu informującą o występowaniu promieniowania.

### **3.2 PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Gabinet RTG - pomieszczenie P00.IP.121**

---

(PUSTA STRONA)

## 1. CEL PROJEKTU

Celem sporządzenia projektu jest obliczenie wymaganej grubości osłon stałych przed promieniowaniem rtg dla pracowni rentgenowskiej - pomieszczenie P00.IP.121.

## 2. DOKUMENTY BĘDĄCE PODSTAWĄ PROJEKTU

1. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 792).
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 czerwca 2015 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. z 2015 r. poz. 1355).
6. Polska Norma PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych.
7. Projekt budowlany.

## 3. PARAMETRY POMIESZCZENIA

Zgodnie z § 5. 1. 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 rtg rentgenowskiego, w którym jest zainstalowany aparat rentgenowski nie może być mniejsza niż 15 m<sup>2</sup>. Wysokość gabinetu nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia Gabinetu RTG wynosi 37,12 m<sup>2</sup> , a jego wysokość (mierzona między stropami) wynosi 3,89 m . Wymiary pomieszczenia są więc wystarczające dla zainstalowania aparatu rtg.

#### 4. METODYKA OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

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.”

Do obliczeń przyjęto wartości dawek granicznych podane w § 2.1 i § 3.1. rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325).

#### 5. KONSTRUKCJA ISTNIEJĄCYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Oznaczenie na rysunku	Opis i konstrukcja przegrody	Równoważnik ołowiu
1-2	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 1 mm	1 mm
2-3	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 1 mm	1 mm
3-4	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 1 mm	1 mm
4-1	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 1 mm	1 mm
SD	<i>strop dolny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1 mm	>2 mm
SG	<i>strop górny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1 mm	>2 mm

## 6. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE APARATU RTG

Typ	Cyfrowy aparat rtg do zdjęć z bezpośrednim obrazowaniem cyfrowym	
<i>parametr</i>	<i>jednostka</i>	<i>wartość</i>
Generator		
min. częstotliwość przetwornika	kHz	60
zakres napięcia anodowego	kV	40 - 150
zakres prądu anodowego	mA	20 - 800
zakres czasów ekspozycji	s	0.001 - 5.0
Lampa		
ogniska wg normy IEC 60336	-	0,6 / 1.0
moc dawki promieniowania ubocznego w odległości 1 m dla 100 kV	-	< 1,0
filtracja całkowita	mm Al.	> 2.5
Detektory	jeden płaski panel cyfrowy	
technologia	matryca z amorficznego krzemu ze scyntylatorem z jodku cezu	
wymiary	cm	43 x 43
obszar aktywny	cm	42,2 x 42,2
min. wielkość matrycy	pix	3 200 x 3 200
min. rozmiar piksela	µm	130

## 7. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

### 7.1. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

- a) Dla cyfrowego aparatu rtg przyjęto, że wiązka pierwotna jest całkowicie tłumiona w detektorze obrazowym (płaskim panelu cyfrowym), dlatego analizie poddano tylko promieniowanie rozproszone od tkanki pacjenta i płaskiego panela cyfrowego.
- b) Do obliczeń przyjęto jako nominalne parametry: 100 kV, 350 mA, 0,2 s.
- c) Grubość wymaganych osłon z ołowiu odczytano z nomogramów dla napięcia 100 kV, co jest wystarczającym przybliżeniem dla obu przyjętych wartości napięcia.
- d) Dopuszczalne dawki przyjęto na podstawie rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi.
- e) Dlatego zgodnie z pkt. 2.7.1 PN-86/J-80001 do obliczeń wymaganej grubości osłon przyjęto połowę dawki tygodniowej określonej w przepisie prawnym (pkt d).
- f) 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.
- g) Wymaganą grubość osłon stałych przed promieniowaniem rtg rozproszonym przez płaski panel cyfrowy 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.
- h) Obliczeń oraz analizy wielkości promieniowania ubocznego dokonano na podstawie wartości dawki podanej przez producenta lamp rtg.
- i) We wnioskach końcowych dokonano analizy równoważnika grubości ołowiu istniejących osłon stałych w odniesieniu do maksymalnych wartości grubości osłon z ołowiu przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki oraz promieniowaniem rozproszonym od elementów zestawu rtg obliczonych dla poszczególnych osłon stałych.



## 7.2. PARAMETRY EKSPOZYCJI RTG

<i>Parametr</i>	<i>Oznaczenie</i>	<i>Wartość</i>	<i>Jednostka</i>
napięcie nominalne	$U_{nom}$	<b>100</b>	kV
prąd nominalny	$I_{nom}$	<b>350</b>	mA
czas ekspozycji	$t_e$	<b>0,2</b>	s
Średnia liczba ekspozycji dziennie	-	<b>50</b>	-
liczba dni	-	<b>5</b>	-
liczba ekspozycji tygodniowo	-	<b>250</b>	-
czas pracy źródła	$t_o$	<b>0,84</b>	min
		<b>0,013</b>	h
wymiary płaskiego panelu cyfrowego	-	<b>43 x 43</b>	cm
powierzchnia płaskiego panelu cyfrowego	s	<b>0,185</b>	m <sup>2</sup>
SID	f	<b>1,00</b>	m

## 7.3. 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>
1-2	Komunikacja	P00.IP.140	<b>0,25</b>	<b>8,7</b>
2-3	Sterownia	P00.IP.122	<b>1,0</b>	<b>26,1</b>
3-4	Pokój opisów Kabina	P00.IP.127 P00.IP.123	<b>1,0</b>	<b>4,35</b>
4-1	Kabina Pom. tech.	P00.IP.124 P00.PT.5	<b>0,25</b>	<b>8,7</b>
SD	Powierzchnia pod wynajem	-	<b>1,0</b>	<b>8,7</b>
SG	Pomieszczenia biurowe	P1.PNC.3 P1.PNC.4 P1.PNC.5 P1.PNC.6	<b>1,0</b>	<b>8,7</b>

#### 7.4. CZAS

<i>osłona</i>	<i>t<sub>0</sub></i>		<i>T</i>	<i>U</i>	<i>t</i>	
	<i>min</i>	<i>h</i>			<i>min</i>	<i>h</i>
1-2	0,84	0,013	0,25	1	0,21	0,00325
2-3	0,84	0,013	1	1	0,84	0,013
3-4	0,84	0,013	1	1	0,84	0,013
4-1	0,84	0,013	0,25	1	0,21	0,00325
SD	0,84	0,013	1	1	0,84	0,013
SG	0,84	0,013	1	1	0,84	0,013

#### 7.5. WYNIKI OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

##### 7.5.1. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD TKANKI

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

<i>osłona</i>	<i>odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony</i>	<i>zredukowana moc dawki C<sub>1</sub></i>	<i>odczytana grubość osłony z ołowiu</i>
	<i>m</i>	<i>μGy · m<sup>2</sup> · mA<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup></i>	<i>mm Pb</i>
<b>1-2</b>	<b>4,2</b>	105	<b>0,3</b>
<b>2-3</b>	<b>4,3</b>	66	<b>0,4</b>
<b>3-4</b>	<b>4,7</b>	9	<b>0,8</b>
<b>4-1</b>	<b>1,5</b>	116	<b>0,3</b>
<b>SD</b>	<b>1,5</b>	3	<b>1,2</b>
<b>SG</b>	<b>3,2</b>	22	<b>0,6</b>

Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

### 7.5.2. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONEGO OD PŁASKIEGO PANELA CYFROWEGO

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki C2	odczytana grubość osłony z ołowiu	przeliczona grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb	mm Pb
1-2	<b>4,2</b>	566	<b>&gt;0,1</b>	<b>&gt;0,1</b>
2-3	<b>4,3</b>	358	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>
3-4	<b>4,7</b>	50	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
4-1	<b>1,5</b>	629	<b>&gt;0,1</b>	<b>&gt;0,1</b>
SD	<b>1,5</b>	17	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>
SG	<b>3,2</b>	119	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>

Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV

### 7.5.3. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

Do obliczeń przyjęto wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

**$\dot{D}_u = 1,0 \text{ mGy/h} = 1\,000 \mu\text{Gy/h}$**  .

osłona	$\dot{D}_u$	t	$D_u$	$D_{ul}$	r	k	$D_{uo}$	$D_d$	$D_{uo}/D_d$
	$\mu\text{Gy/h}$	h	$\mu\text{Gy}$	$\mu\text{Gy}$	mm Pb	-	$\mu\text{Gy}$	$\mu\text{Gy}$	%
1-2	1000	0,00325	3,3	0,24	0,3	20	0,012	8,7	0,14
2-3	1000	0,013	13,0	1,12	0,4	40	0,028	26,1	0,11
3-4	1000	0,013	13,0	1,35	0,8	190	0,007	4,35	0,16
4-1	1000	0,00325	3,3	0,21	0,3	20	0,011	8,7	0,12
SD	1000	0,013	13,0	7,69	1,2	650	0,012	8,7	0,14
SG	1000	0,013	13,0	1,12	0,6	100	0,011	8,7	0,13

$\dot{D}_u$  - przyjęta wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

t - czas narażenia

$D_u$  - dawka promieniowania ubocznego

$D_{ul}$  - dawka promieniowania ubocznego w odległości l

r - równoważnik ołowiu osłony

k - krotność osłabienia osłony

$D_{uo}$  - dawka promieniowania ubocznego za osłoną

$D_d$  - dopuszczalna tygodniowa dawka promieniowania za osłoną

$D_{uo}/D_d$  - dawka promieniowania ubocznego wyrażona jako procent dopuszczalnej dawki za osłoną

Z obliczeń wynika, że dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona za osłonami przed promieniowaniem rozproszonym, jest mniejsza niż 10 % dawki tygodniowej. Zgodnie z punktem 2.5.4. normy PN-86/J-80001 3 grubość osłon pozostaje bez zmiany.

#### 7.5.4. ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

osłona	obliczona grubość osłony		przyjęta wymagana grubość warstwy ołowiu dla osłony
	przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki	przed promieniowaniem rozproszonym od detektora	
	mm Pb		
1-2	0,3	>0,1	0,3
2-3	0,4	0,1	0,4
3-4	0,8	0,3	0,8
4-1	0,3	>0,1	0,3
SD	1,2	0,4	1,2
SG	0,6	0,2	0,6

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 na stole i na stojaku oraz rozproszone od panelu cyfrowego na stole i na stojaku. 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.

## 8. WNIOSKI I ZALECENIA

### 8.1. ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI DODATKOWYCH OSŁON DLA PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

<i>osłona</i>	<i>równoważnik ołowiu przegrody budowlanej</i>	<i>wymagana grubość osłony</i>	<i>minimalna grubość dodatkowej osłony</i>
	mm Pb		
1-2	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	0,0
2-3	<b>1,0</b>	<b>0,4</b>	0,0
3-4	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>	0,0
4-1	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	0,0
SD	<b>&gt;2,0</b>	<b>1,2</b>	0,0
SG	<b>&gt;2,0</b>	<b>0,6</b>	0,0
Obliczeń oraz odczytów z nomogramów dokonano dla napięcia 100 kV			

### 8.2. ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI DODATKOWYCH OSŁON DLA DRZWI I OKIEN

D1-D4 - drzwi systemowe pełne z warstwą blachy ołowianej grubości **1,0 mm**.

O1 - okno podglądowe o równoważniku min. **1,0 mm Pb**.

## 9. 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].

Gabinety z diagnostycznymi aparatami rentgenowskimi są wyposażone w ostrzegawczą sygnalizację świetlną umieszczoną nad drzwiami do gabinetu, włączaną równocześnie z zasilaniem generatora zgodnie z wymaganiami § 11.1 Rozporządzenia 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].

(PUSTA STRONA)

### **3.3 PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Gabinet RTG - pomieszczenie P00.IP.66**

---

(PUSTA STRONA)



## 1. CEL PROJEKTU

Celem sporządzenia projektu jest obliczenie wymaganej grubości osłon stałych przed promieniowaniem rtg dla pracowni rentgenowskiej - pomieszczenie P00.IP.66.

## 2. DOKUMENTY BĘDĄCE PODSTAWĄ PROJEKTU

1. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 792).
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 czerwca 2015 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. z 2015 r. poz. 1355).
6. Polska Norma PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych.
7. Projekt budowlany.

## 3. PARAMETRY POMIESZCZENIA

Zgodnie z § 5. 1. 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 rtg rentgenowskiego, w którym jest zainstalowany aparat rentgenowski nie może być mniejsza niż 15 m<sup>2</sup>. Wysokość gabinetu nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia Gabinetu RTG wynosi 30,09 m<sup>2</sup> , a jego wysokość (mierzona między stropami) wynosi 3,89 m . Wymiary pomieszczenia są więc wystarczające dla zainstalowania aparatu rtg.

#### 4. METODYKA OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

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.”

Do obliczeń przyjęto wartości dawek granicznych podane w § 2.1 i § 3.1. rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325).

#### 5. KONSTRUKCJA ISTNIEJĄCYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Oznaczenie na rysunku	Opis i konstrukcja przegrody	Równoważnik ołowiu
1-2	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 1 mm	1 mm
2-3	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 1 mm	1 mm
3-1	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 1 mm	1 mm
SD	<i>strop dolny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1 mm	>2 mm
SG	<i>strop górny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1 mm	>2 mm

## 6. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE APARATU RTG

Typ	Cyfrowy aparat rtg do zdjęć z bezpośrednim obrazowaniem cyfrowym	
<i>parametr</i>	<i>jednostka</i>	<i>wartość</i>
Generator		
min. częstotliwość przetwornika	kHz	60
zakres napięcia anodowego	kV	40 - 150
zakres prądu anodowego	mA	20 - 800
zakres czasów ekspozycji	s	0.001 - 5.0
Lampa		
ogniska wg normy IEC 60336	-	0,6 / 1.0
moc dawki promieniowania ubocznego w odległości 1 m dla 100 kV	-	< 1,0
filtracja całkowita	mm Al.	> 2.5
Detektory	jeden płaski panel cyfrowy	
technologia	matryca z amorficznego krzemu ze scyntylatorem z jodku cezu	
wymiary	cm	43 x 43
obszar aktywny	cm	42,2 x 42,2
min. wielkość matrycy	pix	3 200 x 3 200
min. rozmiar piksela	µm	130

## 7. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

### 7.1. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

- a) Dla cyfrowego aparatu rtg przyjęto, że wiązka pierwotna jest całkowicie tłumiona w detektorze obrazowym (płaskim panelu cyfrowym), dlatego analizie poddano tylko promieniowanie rozproszone od tkanki pacjenta i płaskiego panela cyfrowego.
- b) Do obliczeń przyjęto jako nominalne parametry: 100 kV, 350 mA, 0,2 s.
- c) Grubość wymaganych osłon z ołowiu odczytano z nomogramów dla napięcia 100 kV, co jest wystarczającym przybliżeniem dla obu przyjętych wartości napięcia.
- d) Dopuszczalne dawki przyjęto podstawie rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi.
- e) Dlatego zgodnie z pkt. 2.7.1 PN-86/J-80001 do obliczeń wymaganej grubości osłon przyjęto połowę dawki tygodniowej określonej w przepisie prawnym (pkt d).
- f) 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.
- g) Wymaganą grubość osłon stałych przed promieniowaniem rtg rozproszonym przez płaski panel cyfrowy 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.
- h) Obliczeń oraz analizy wielkości promieniowania ubocznego dokonano na podstawie wartości dawki podanej przez producenta lamp rtg.
- i) We wnioskach końcowych dokonano analizy równoważnika grubości ołowiu istniejących osłon stałych w odniesieniu do maksymalnych wartości grubości osłon z ołowiu przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki oraz promieniowaniem rozproszonym od elementów zestawu rtg obliczonych dla poszczególnych osłon stałych.

## 7.2. PARAMETRY EKSPOZYCJI RTG

<i>Parametr</i>	<i>Oznaczenie</i>	<i>Wartość</i>	<i>Jednostka</i>
napięcie nominalne	$U_{nom}$	<b>100</b>	kV
prąd nominalny	$I_{nom}$	<b>350</b>	mA
czas ekspozycji	$t_e$	<b>0,2</b>	s
Średnia liczba ekspozycji dziennie	-	<b>50</b>	-
liczba dni	-	<b>5</b>	-
liczba ekspozycji tygodniowo	-	<b>250</b>	-
czas pracy źródła	$t_o$	<b>0,84</b>	min
		<b>0,013</b>	h
wymiary płaskiego panelu cyfrowego	-	<b>43 x 43</b>	cm
powierzchnia płaskiego panelu cyfrowego	s	<b>0,185</b>	m <sup>2</sup>
SID	f	<b>1,00</b>	m

## 7.3. 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>
1-2	Poczekalnia	P00.IP.4	<b>0,25</b>	<b>8,7</b>
	Kabina	P00.IP.63		
	Kabina	P00.IP.62		
2-3	Sterownia	P00.IP.64	<b>1,0</b>	<b>52,2</b>
3-1	Przedśionek WC	P00.IP.67	<b>0,25</b>	<b>8,7</b>
	WC Personelu	P00.IP.68		
	Zaplecze	P00.IP.66		
SD	Sala operacyjna	P01.BO.54	<b>1,0</b>	<b>8,7</b>
	Komunikacja	-		
	Magazyn	P01.BO.47		
SG	Magazyn	P01.BO.140	<b>1,0</b>	<b>8,7</b>
	Komunikacja	P1.ADM.16		
	Pomieszczenia biurowe	P1.ADM.17		
		P1.ADM.64		
		P1.ADM.46		
		P1.ADM.67		

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

#### 7.4. CZAS

<i>osłona</i>	<i>t<sub>0</sub></i>		<i>T</i>	<i>U</i>	<i>t</i>	
	<i>min</i>	<i>h</i>			<i>min</i>	<i>h</i>
1-2	0,84	0,013	0,25	1	0,21	0,00325
2-3	0,84	0,013	1	1	0,84	0,013
3-1	0,84	0,013	0,25	1	0,21	0,00325
SD	0,84	0,013	1	1	0,84	0,013
SG	0,84	0,013	1	1	0,84	0,013

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

#### 7.5. WYNIKI OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

##### 7.5.1. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD TKANKI

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

<i>osłona</i>	<i>odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony</i>	<i>zredukowana moc dawki C<sub>1</sub></i>	<i>odczytana grubość osłony z ołowiu</i>
	m	μGy · m <sup>2</sup> · mA <sup>-1</sup> · h <sup>-1</sup>	mm Pb
<b>1-2</b>	<b>3,4</b>	88	<b>0,3</b>
<b>2-3</b>	<b>3,3</b>	125	<b>0,3</b>
<b>3-1</b>	<b>1,5</b>	17	<b>0,6</b>
<b>SD</b>	<b>1,5</b>	3	<b>1,2</b>
<b>SG</b>	<b>3,2</b>	22	<b>0,6</b>

Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

## 7.5.2. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONEGO OD PŁASKIEGO PANELA CYFROWEGO

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki C2	odczytana grubość osłony z ołowiu	przeliczona grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb	mm Pb
1-2	<b>3,4</b>	478	<b>0,1</b>	<b>&gt;0,1</b>
2-3	<b>3,3</b>	675	<b>&gt;0,1</b>	<b>&gt;0,1</b>
3-1	<b>1,5</b>	93	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>
SD	<b>1,5</b>	17	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>
SG	<b>3,2</b>	119	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>

Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV

## 7.5.3. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

Do obliczeń przyjęto wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

**$\dot{D}_u = 1,0 \text{ mGy/h} = 1\,000 \mu\text{Gy/h}$**

osłona	$\dot{D}_u$	t	$D_u$	$D_{ul}$	r	k	$D_{uo}$	$D_d$	$D_{uo}/D_d$
	$\mu\text{Gy/h}$	h	$\mu\text{Gy}$	$\mu\text{Gy}$	mm Pb	-	$\mu\text{Gy}$	$\mu\text{Gy}$	%
1-2	1000	0,00325	3,3	0,24	0,3	20	0,014	8,7	0,16
2-3	1000	0,013	13,0	1,12	0,4	40	0,060	26,1	0,11
3-1	1000	0,013	13,0	1,35	0,8	190	0,014	4,35	0,17
SD	1000	0,013	13,0	7,69	1,2	650	0,012	8,7	0,14
SG	1000	0,013	13,0	1,12	0,6	100	0,011	8,7	0,13

$\dot{D}_u$  - przyjęta wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

t - czas narażenia

$D_u$  - dawka promieniowania ubocznego

$D_{ul}$  - dawka promieniowania ubocznego w odległości l

r - równoważnik ołowiu osłony

k - krotność osłabienia osłony

$D_{uo}$  - dawka promieniowania ubocznego za osłoną

$D_d$  - dopuszczalna tygodniowa dawka promieniowania za osłoną

$D_{uo}/D_d$  - dawka promieniowania ubocznego wyrażona jako procent dopuszczalnej dawki za osłoną

Z obliczeń wynika, że dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona za osłonami przed promieniowaniem rozproszonym, jest mniejsza niż 10 % dawki tygodniowej. Zgodnie z punktem 2.5.4. normy PN-86/J-80001 3 grubość osłon pozostaje bez zmiany.

#### 7.5.4. ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

osłona	obliczona grubość osłony		przyjęta wymagana grubość warstwy ołowiu dla osłony
	przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki	przed promieniowaniem rozproszonym od detektora	
	mm Pb		
1-2	0,3	>0,1	0,3
2-3	0,3	>0,1	0,3
3-1	0,6	0,4	0,6
SD	1,2	0,4	1,2
SG	0,6	0,2	0,6

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 na stole i na stojaku oraz rozproszone od panelu cyfrowego na stole i na stojaku. 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.



## 8. WNIOSKI I ZALECENIA

### 8.1. ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI DODATKOWYCH OSŁON DLA PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

<i>osłona</i>	<i>równoważnik ołowiu przegrody budowlanej</i>	<i>wymagana grubość osłony</i>	<i>minimalna grubość dodatkowej osłony</i>
	mm Pb		
1-2	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	0,0
2-3	<b>1,0</b>	<b>0,4</b>	0,0
3-1	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>	0,0
SD	<b>&gt;2,0</b>	<b>1,2</b>	0,0
SG	<b>&gt;2,0</b>	<b>0,6</b>	0,0

Obliczeń oraz odczytów z nomogramów dokonano dla napięcia 100 kV

### 8.2. ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI DODATKOWYCH OSŁON DLA DRZWI I OKIEN

D1-D4 - drzwi systemowe pełne z warstwą blachy ołowianej grubości **1,0 mm**.

O1 - okno podglądowe o równoważniku min. **1,0 mm Pb**.

## 9. 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].

Gabinety z diagnostycznymi aparatami rentgenowskimi są wyposażone w ostrzegawczą sygnalizację świetlną umieszczoną nad drzwiami do gabinetu, włączaną równocześnie z zasilaniem generatora zgodnie z wymaganiami § 11.1 Rozporządzenia 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].

(PUSTA STRONA)

### **3.4 PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Sala Operacyjna – P01.BO115**

---

(PUSTA STRONA)

## **1. CEL PROJEKTU**

Celem sporządzenia projektu jest obliczenie wymaganej grubości osłon stałych przed promieniowaniem rtg dla Sali Operacyjnej.

## **2. DOKUMENTY BĘDĄCE PODSTAWĄ PROJEKTU**

1. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 792).
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 czerwca 2015 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. z 2015 r. poz. 1355).
6. Polska Norma PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych.
7. Projekt budowlany.

## **3. PARAMETRY POMIESZCZENIA**

Zgodnie z § 5. 1. 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 pomieszczenia, w którym jest zainstalowany aparat rentgenowski do radiologii zabiegowej nie może być mniejsza niż 20 m<sup>2</sup>. Wysokość gabinetu nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia Gabinetu wynosi 81,12 m<sup>2</sup>, a jej wysokość (mierzona między stropami) wynosi 3,6 m. Wymiary pomieszczenia są więc wystarczające dla zainstalowania aparatu rtg do radiologii zabiegowej.

#### 4. METODYKA OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

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.”

Do obliczeń przyjęto wartości dawek granicznych podane w § 2.1 i § 3.1. rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325).

#### 5. KONSTRUKCJA ISTNIEJĄCYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Oznaczenie na rysunku	Opis i konstrukcja przegrody	Równoważnik ołowiu
1-2	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
2-3	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
3-4	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
4-1	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
SD	<i>strop dolny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1 mm	>2 mm
SG	<i>strop górny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1,5 mm	>2 mm

## 6. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE APARATU RTG

Typ	aparat rtg do radiologii zabiegowej z ramieniem C	
parametr	jednostka	wartość
Zakres napięcia anodowego	kV	40 - 120
zakres prądu anodowego w trybie fluoroskopii	mA	0,2 - 10
szerokość impulsu	ms	20,0
liczba pulsów w czasie 1 s	puls/s	1, 2, 4, 8, 15, 20
Lampa		
Ogniska wg normy IEC 60336	-	0,6
Promieniowanie uboczne w odległości 1 m dla 100 kV	mGy/h	0,8
Typ anody	wirująca	
Ramie C		
SID	cm	110
Przestrzeń operacyjna	cm	90
Detektor obrazowy		
typ	płaski detektor cyfrowy	
rozmiar	cm	20 x 30

## 7. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

### 7.1. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

- a) Przyjęto na podstawie danych przykładowego producenta, że wiązka pierwotna będzie całkowicie pochłaniania w płaskim panelu cyfrowym, a na osłony stałe oddziaływać będzie promieniowanie rozproszone od tkanki pacjenta oraz promieniowanie rozproszone od płaskiego detektora obrazowego.
- b) Do obliczeń przyjęto jako nominalne parametry:  $U = 100 \text{ kV}$  ,  $I = 10 \text{ mA}$ .
- a) Odczytów z nomogramów 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.
- b) Wymagane grubości ołowiu dla zredukowanej mocy dawki C1 oraz C2 odczytano dla napięcia 100 kV.
- c) Przy obliczaniu czasu pracy źródła uwzględniono czas trwania impulsu i maksymalną liczbę pulsów w czasie jednej sekundy w trakcie realizacji procedur.
- d) Analizy wielkości promieniowania ubocznego dokonano na podstawie wartości dawki podawanej przez producenta lampy rtg.
- e) Wielkość dopuszczalnej dawki tygodniowej przyjęto zgodnie z punktem 2.7 normy PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych przyjmując założenie, że dawka tygodniowa jaką może otrzymać osoba przebywająca w miejscu osłanianym nie może przekraczać dawki dopuszczalnej określonej w przepisach.
- f) Wymaganą grubość osłon stałych przed promieniowaniem rtg rozproszonym przez płaski panel cyfrowy 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) Dopuszczalne dawki przyjęto na podstawie rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi.
- h) We wnioskach końcowych dokonano analizy równoważnika grubości ołowiu istniejących osłon stałych w odniesieniu do maksymalnych wartości grubości osłon z ołowiu przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki oraz promieniowaniem rozproszonym od elementów zestawu rtg obliczonych dla poszczególnych osłon stałych.



## 7.2. PARAMETRY EKSPOZYCJI RTG

<i>Parametr</i>	<i>Oznaczenie</i>	<i>Wartość</i>	<i>Jednostka</i>
napięcie maksymalne	$U_{nom}$	<b>100</b>	kV
prąd maksymalny	$I_{nom}$	<b>10</b>	mA
czas procedury	$t_p$	<b>10</b>	min
		<b>600</b>	s
długość impulsu	$t_{imp}$	<b>20</b>	ms
liczba impulsów na sekundę	pps	<b>4</b>	-
czas ekspozycji w trakcie procedury	$t_e$	<b>48</b>	s
liczba procedur tygodniowo	-	<b>30</b>	-
czas pracy źródła	$t_o$	<b>24</b>	min
		<b>0,40</b>	h
wymiary panelu cyfrowego		<b>0,2 x 0,3</b>	m
powierzchnia panelu cyfrowego	s	<b>0,06</b>	m <sup>2</sup>
SID	f	<b>1,1</b>	m

### 7.3. 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>
1-2	Sterownia	-	1,0	52,2
2-3	Pomieszczenie techniczne	-	0,25	8,7
3-4	Sala operacyjna Pomieszczenie przygotowania personelu	P01.BO.52 P01.BO.117	1,0	8,7
4-1	Korytarz czysty Korytarz wewnętrzny Powierzchnia pod wynajem	P01.BO.121 - -	1,0	8,7
SD	Pomieszczenia techniczne	P.02.CS.9	0,25	8,7
SG	Komunikacja CT Sterownia Pokój opisowy Kabina Kabina Pom. Tech	- P00.IP.128 P00.IP.122 P00.IP.127 P00.IP.77 P00.IP.79 P00.IP.80	1,0	8,7

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

### 7.4. CZAS NARAŻENIA

<i>osłona</i>	<i>t<sub>0</sub></i>		<i>T</i>	<i>U</i>	<i>t</i>	
	<i>min</i>	<i>h</i>			<i>min</i>	<i>h</i>
1-2	24	0,4	1	1	24	0,4
2-3	24	0,4	0,25	1	6	0,1
3-4	24	0,4	1	1	24	0,4
4-1	24	0,4	1	1	24	0,4
SD	24	0,4	0,25	1	6	0,1
SG	24	0,4	1	1	24	0,4

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

## 7.5. WYNIKI OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

### 7.5.1. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD TKANKI

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki $C_1$	odczytana grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb
1-2	4,9	313	0,2
2-3	4,9	209	0,2
3-4	6,2	84	0,3
4-1	4,3	40	0,5
SD	1,3	15	0,7
SG	2,9	18	0,6
Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV			

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

### 7.5.2. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD DETEKTORA

*OBRAZOWEGO*

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki $C_2$	odczytana grubość osłony z ołowiu	przeliczona grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb	mm Pb
1-2	4,9	6317	>0,1	>0,1
2-3	4,9	4211	>0,1	>0,1
3-4	6,2	1686	>0,1	>0,1
4-1	4,3	811	>0,1	>0,1
SD	1,3	296	0,3	0,2
SG	2,9	369	0,3	0,2
Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV				

### 7.5.3. 7GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

Do obliczeń przyjęto wartość mocy dawki promieniowania ubocznego  $\dot{D}_u = 0,8$

$mGy/h = 800 \mu Gy/h$

osłona	$\dot{D}_u$	t	$D_u$	$D_{ul}$	r	k	$D_{uo}$	$D_d$	$D_{uo}/D_d$
	$\mu Gy/h$	h	$\mu Gy$	$\mu Gy$	mm Pb	-	$\mu Gy$	$\mu Gy$	%
1-2	800	0,4	320	13	0,2	8	1,67	52,2	3,19
2-3	800	0,1	80	3	0,2	8	0,42	8,7	4,79
3-4	800	0,4	320	8	0,3	20	0,42	8,7	4,78
4-1	800	0,4	320	17	0,5	55	0,31	8,7	3,62
SD	800	0,1	80	47	0,7	150	0,32	8,7	3,63
SG	800	0,4	320	38	0,6	100	0,38	8,7	4,37

$\dot{D}_u$  - przyjęta wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

t - czas narażenia

$D_u$  - dawka promieniowania ubocznego

$D_{ul}$  - dawka promieniowania ubocznego w odległości l

r - równoważnik ołowiu osłony

k - krotność osłabienia osłony

$D_{uo}$  - dawka promieniowania ubocznego za osłoną

$D_d$  - dopuszczalna tygodniowa dawka promieniowania za osłoną

$D_{uo}/D_d$  - dawka promieniowania ubocznego wyrażona jako procent dopuszczalnej dawki za osłoną

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

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

#### 7.5.4. ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

osłona	obliczona grubość osłony		przyjęta wymagana grubość warstwy ołowiu dla osłony
	przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki	przed promieniowaniem rozproszonym od detektora	
	mm Pb		
1-2	0,2	>0,1	0,2
2-3	0,2	>0,1	0,2
3-4	0,3	>0,1	0,3
4-1	0,5	>0,1	0,5
SD	0,7	0,4	0,7
SG	0,6	0,2	0,6

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 na stole i na stojaku oraz rozproszone od panelu cyfrowego na stole i na stojaku. 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.

#### 8. WNIOSKI I ZALECENIA

<i>osłona</i>	<i>równoważnik ołowiu przegrody budowlanej</i>	<i>wymagana grubość osłony</i>	<i>minimalna grubość dodatkowej osłony</i>
	mm Pb		
1-2	<b>2,0</b>	<b>0,2</b>	0,0
2-3	<b>2,0</b>	<b>0,2</b>	0,0
3-1	<b>2,0</b>	<b>0,3</b>	0,0
3-4	<b>2,0</b>	<b>0,5</b>	0,0
4-1	<b>2,0</b>	<b>0,7</b>	0,0
SD	<b>&gt;2,0</b>	<b>0,6</b>	0,0
SG	<b>&gt;2,0</b>	<b>0,2</b>	0,0

Obliczeń oraz odczytów z nomogramów dokonano dla napięcia 100 kV

### 8.1. ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI DODATKOWYCH OSŁON DLA DRZWI

D1, D2, D3, D4 – drzwi systemowe z warstwą **blachy ołowiowej o grubości 2,0 mm.**

O1 - okno podglądowe o równoważniku min. **2,0 mm Pb.**

## 9. 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].

### **3.5 PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Sala Operacyjna – P01.BO116**

---

(PUSTA STRONA)



## **1. CEL PROJEKTU**

Celem sporządzenia projektu jest obliczenie wymaganej grubości osłon stałych przed promieniowaniem rtg dla Sali Operacyjnej.

## **2. DOKUMENTY BĘDĄCE PODSTAWĄ PROJEKTU**

1. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 792).
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 czerwca 2015 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. z 2015 r. poz. 1355).
6. Polska Norma PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych.
7. Projekt budowlany.

## **3. PARAMETRY POMIESZCZENIA**

Zgodnie z § 5. 1. 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 pomieszczenia, w którym jest zainstalowany aparat rentgenowski do radiologii zabiegowej nie może być mniejsza niż 20 m<sup>2</sup>. Wysokość gabinetu nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia Gabinetu wynosi 79,88 m<sup>2</sup>, a jej wysokość (mierzona między stropami) wynosi 3,6 m. Wymiary pomieszczenia są więc wystarczające dla zainstalowania aparatu rtg do radiologii zabiegowej.

#### 4. METODYKA OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

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.”

Do obliczeń przyjęto wartości dawek granicznych podane w § 2.1 i § 3.1. rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325).

#### 5. KONSTRUKCJA ISTNIEJĄCYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Oznaczenie na rysunku	Opis i konstrukcja przegrody	Równoważnik ołowiu
1-2	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
2-3	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
3-4	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
4-5	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
5-1	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
SD	<i>strop dolny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1 mm	>2 mm
SG	<i>strop górny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1,5 mm	>2 mm

## 6. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE APARATU RTG

Typ	aparat rtg do radiologii zabiegowej z ramieniem C	
<i>parametr</i>	<i>jednostka</i>	<i>wartość</i>
Zakres napięcia anodowego	kV	40 - 120
zakres prądu anodowego w trybie fluoroskopii	mA	0,2 - 10
szerokość impulsu	ms	20,0
liczba pulsów w czasie 1 s	puls/s	1, 2, 4, 8, 15, 20
Lampa		
Ogniska wg normy IEC 60336	-	0,6
Promieniowanie uboczne w odległości 1 m dla 100 kV	mGy/h	0,8
Typ anody	wirująca	
Ramię C		
SID	cm	110
Przestrzeń operacyjna	cm	90
Detektor obrazowy		
typ	płaski detektor cyfrowy	
rozmiar	cm	20 x 30

## 7. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

### 7.1. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

- a) Przyjęto na podstawie danych przykładowego producenta, że wiązka pierwotna będzie całkowicie pochłaniana w płaskim panelu cyfrowym, a na osłony stałe oddziaływać będzie promieniowanie rozproszone od tkanki pacjenta oraz promieniowanie rozproszone od płaskiego detektora obrazowego.
- b) Do obliczeń przyjęto jako nominalne parametry:  $U = 100 \text{ kV}$  ,  $I = 10 \text{ mA}$ .
- c) Odczytów z nomogramów 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.
- d) Wymagane grubości ołowiu dla zredukowanej mocy dawki C1 oraz C2 odczytano dla napięcia 100 kV.
- e) Przy obliczaniu czasu pracy źródła uwzględniono czas trwania impulsu i maksymalną liczbę pulsów w czasie jednej sekundy w trakcie realizacji procedur.
- f) Analizy wielkości promieniowania ubocznego dokonano na podstawie wartości dawki podawanej przez producenta lampy rtg.
- g) Wielkość dopuszczalnej dawki tygodniowej przyjęto zgodnie z punktem 2.7 normy PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych przyjmując założenie, że dawka tygodniowa jaką może otrzymać osoba przebywająca w miejscu osłanianym nie może przekraczać dawki dopuszczalnej określonej w przepisach.
- h) Wymaganą grubość osłon stałych przed promieniowaniem rtg rozproszonym przez płaski panel cyfrowy 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.
- i) Dopuszczalne dawki przyjęto na podstawie rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi.
- j) We wnioskach końcowych dokonano analizy równoważnika grubości ołowiu istniejących osłon stałych w odniesieniu do maksymalnych wartości grubości osłon z ołowiu przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki oraz promieniowaniem rozproszonym od elementów zestawu rtg obliczonych dla poszczególnych osłon stałych.

## 7.2. PARAMETRY EKSPOZYCJI RTG

<i>Parametr</i>	<i>Oznaczenie</i>	<i>Wartość</i>	<i>Jednostka</i>
napięcie maksymalne	$U_{nom}$	<b>100</b>	kV
prąd maksymalny	$I_{nom}$	<b>10</b>	mA
czas procedury	$t_p$	<b>10</b>	min
		<b>600</b>	s
długość impulsu	$t_{imp}$	<b>20</b>	ms
liczba impulsów na sekundę	pps	<b>4</b>	-
czas ekspozycji w trakcie procedury	$t_e$	<b>48</b>	s
liczba procedur tygodniowo	-	<b>30</b>	-
czas pracy źródła	$t_o$	<b>24</b>	min
		<b>0,40</b>	h
wymiary panelu cyfrowego		<b>0,2 x 0,3</b>	m
powierzchnia panelu cyfrowego	s	<b>0,06</b>	m <sup>2</sup>
SID	f	<b>1,1</b>	m

### 7.3. 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>
1-2	Korytarz czysty	P01.BO.119	1,0	8,7
2-3	Pomieszczenie przygotowania personelu	P01.BO.110	1,0	8,7
	Sala operacyjna	P01.BO.41		
3-4	Komunikacja	-	0,25	8,7
	Pomieszczenie techniczne			
4-5	Sterownia	-	1,0	52,2
5-1	Korytarz wewnętrzny	-	1,0	8,7
	Pomieszczenie pod wynajem			
SD	Szatnia personelu	P02.PS.31	0,25	8,7
	komunikacja	P.02.KO.4		
	Pomieszczenia techniczne	P.02.CS.2		
		P.02.CS.4		
SG	Sala obserwacji	P00.IP.1	1,0	8,7
	Komunikacja			

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

### 7.4. CZAS NARAŻENIA

<i>osłona</i>	<i>t<sub>0</sub></i>		<i>T</i>	<i>U</i>	<i>t</i>	
	<i>min</i>	<i>h</i>			<i>min</i>	<i>h</i>
1-2	24	0,4	0,25	1	6	0,1
2-3	24	0,4	1	1	24	0,4
3-4	24	0,4	0,25	1	6	0,1
4-5	24	0,4	1	1	24	0,4
5-1	24	0,4	1	1	24	0,4
SD	24	0,4	0,25	1	6	0,1
SG	24	0,4	1	1	24	0,4

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

## 7.5. WYNIKI OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

### 7.5.1. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD TKANKI

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki $C_1$	odczytana grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb
1-2	4,5	176	0,2
2-3	6,3	86	0,3
3-4	4,9	209	0,2
4-5	4,4	253	0,2
5-1	6	78	0,3
SD	1,3	15	0,7
SG	2,9	18	0,6

Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

### 7.5.2. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD DETEKTORA

*OBRAZOWEGO*

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki $C_2$	odczytana grubość osłony z ołowiu	przeliczona grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb	mm Pb
1-2	4,5	3552	>0,1	>0,1
2-3	6,3	1740	>0,1	>0,1
3-4	4,9	4211	>0,1	>0,1
4-5	4,4	5093	>0,1	>0,1
5-1	6	1579	>0,1	>0,1
SD	1,3	296	0,3	0,2
SG	2,9	369	0,3	0,2

Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV

### 7.5.3. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

Do obliczeń przyjęto wartość mocy dawki promieniowania ubocznego  $\dot{D}_u = 0,8$

$mGy/h = 800 \mu Gy/h$

osłona	$\dot{D}_u$	t	$D_u$	$D_{ul}$	r	k	$D_{uo}$	$D_d$	$D_{uo}/D_d$
	$\mu Gy/h$	h	$\mu Gy$	$\mu Gy$	mm Pb	-	$\mu Gy$	$\mu Gy$	%
1-2	800	0,1	80	4	0,2	8	0,49	8,7	5,68
2-3	800	0,4	320	8	0,3	20	0,40	8,7	4,63
3-4	800	0,1	80	3	0,2	8	0,42	8,7	4,79
4-5	800	0,4	320	17	0,2	8	2,07	52,2	3,96
5-1	800	0,4	320	9	0,3	20	0,44	8,7	5,11
SD	800	0,1	80	47	0,7	150	0,32	8,7	3,63
SG	800	0,4	320	38	0,6	100	0,38	8,7	4,37

$\dot{D}_u$  - przyjęta wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

t - czas narażenia

$D_u$  - dawka promieniowania ubocznego

$D_{ul}$  - dawka promieniowania ubocznego w odległości l

r - równoważnik ołowiu osłony

k - krotność osłabienia osłony

$D_{uo}$  - dawka promieniowania ubocznego za osłoną

$D_d$  - dopuszczalna tygodniowa dawka promieniowania za osłoną

$D_{uo}/D_d$  - dawka promieniowania ubocznego wyrażona jako procent dopuszczalnej dawki za osłoną

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

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



#### 7.5.4. ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

osłona	obliczona grubość osłony		przyjęta wymagana grubość warstwy ołowiu dla osłony
	przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki	przed promieniowaniem rozproszonym od detektora	
	mm Pb		
1-2	0,2	>0,1	0,2
2-3	0,3	>0,1	0,3
3-4	0,2	>0,1	0,2
4-5	0,2	>0,1	0,2
5-1	0,3	>0,1	0,3
SD	0,7	0,4	0,7
SG	0,6	0,2	0,6

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 na stole i na stojaku oraz rozproszone od panelu cyfrowego na stole i na stojaku. 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.

## 8. WNIOSKI I ZALECENIA

<i>osłona</i>	<i>równoważnik ołowiu przegrody budowlanej</i>	<i>wymagana grubość osłony</i>	<i>minimalna grubość dodatkowej osłony</i>
	mm Pb		
1-2	<b>2,0</b>	<b>0,2</b>	0,0
2-3	<b>2,0</b>	<b>0,3</b>	0,0
3-4	<b>2,0</b>	<b>0,2</b>	0,0
4-5	<b>2,0</b>	<b>0,2</b>	0,0
5-1	<b>2,0</b>	<b>0,3</b>	0,0
SD	<b>&gt;2,0</b>	<b>0,7</b>	0,0
SG	<b>&gt;2,0</b>	<b>0,6</b>	0,0

Obliczeń oraz odczytów z nomogramów dokonano dla napięcia 100 kV

### 8.1. ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI DODATKOWYCH OSŁON DLA DRZWI

D1, D2, D3, D4 – drzwi systemowe z warstwą **blachy ołowiowej o grubości 2,0 mm**.

O1 - okno podglądowe o równoważniku min. **2,0 mm Pb**.

## 9. 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].

**3.6 PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Angiograf  
dwupłaszczyzowy P00.IP.126**

---

(PUSTA STRONA)

## **1. CEL PROJEKTU**

Celem sporządzenia projektu jest obliczenie wymaganej grubości osłon stałych przed promieniowaniem rtg dla angiografu dwupłaszczyznowego w pomieszczeniu P00.IP.126.6.

## **2. DOKUMENTY BĘDĄCE PODSTAWĄ PROJEKTU**

1. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 792).
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 czerwca 2015 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. z 2015 r. poz. 1355).
6. Polska Norma PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych.
7. Projekt budowlany.

## **3. PARAMETRY POMIESZCZENIA**

Zgodnie z § 5. 1. 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 pomieszczenia, w którym jest zainstalowany aparat rentgenowski do radiologii zabiegowej nie może być mniejsza niż 20 m<sup>2</sup>. Wysokość gabinetu nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia Gabinetu wynosi 68,09 m<sup>2</sup>, a jej wysokość (mierzona między stropami) wynosi 3,89 m. Wymiary pomieszczenia są więc wystarczające dla zainstalowania aparatu rtg do radiologii zabiegowej.

#### 4. METODYKA OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

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.”

Do obliczeń przyjęto wartości dawek granicznych podane w § 2.1 i § 3.1. rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325).

#### 5. KONSTRUKCJA ISTNIEJĄCYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Oznaczenie na rysunku	Opis i konstrukcja przegrody	Równoważnik ołowiu
1-2	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
2-3	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
3-4	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
4-1	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
SD	<i>strop dolny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1 mm	>2 mm
SG	<i>strop górny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1,5 mm	>2 mm

## 6. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE APARATU RTG

Typ		Dwupłaszczyznowy angiograf rtg	
parametr		jednostka	wartość
Zakres napięcia anodowego		kV	50 - 125
zakres prądu anodowego w trybie fluoroskopii		mA	130
szerokość impulsu		ms	do 10 przy 30 fps lub do 20 przy 15 fps
liczba pulsów w czasie 1 s		puls/s	7,5 / 15 / 30
Lampa			
Filtracja zewnętrzna		mm Cu	0,1 / 0,2 / 0,3
Ogniska wg normy IEC 60336		-	0,3 / 0,6 / 1,0
Promieniowanie uboczne w odległości 1 m dla 100 kV		mGy/h	< 0,4
Typ anody		wirująca	
Ramię C			
SID		cm	115
Detektor obrazowy			
typ		Amorficzna krzemowa matryca fotodiodowa na podłożu ciągłym	
rozmiar		cm	31 x 31

## 7. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

### 7.1. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

- a) Przyjęto na podstawie danych przykładowego producenta, że wiązka pierwotna będzie całkowicie pochłaniana w płaskim panelu cyfrowym, a na osłony stałe oddziaływać będzie promieniowanie rozproszone od tkanki pacjenta oraz promieniowanie rozproszone od płaskiego detektora obrazowego.
- b) Do obliczeń przyjęto jako nominalne parametry:  $U = 90 \text{ kV}$  ,  $I = 100 \text{ mA}$ , czas procedury  $t = 30 \text{ min}$ .
- c) Uwzględniono jednocześnie długość trwania impulsu równą  $4 \text{ ms}$  oraz maksymalną liczbę  $7,5$  impulsów w czasie  $1 \text{ s}$  w trybie fluoroskopii pulsacyjnej DSA.
- d) Odczytów z nomogramów 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  $100 \text{ kV}$ , co jest wystarczającym przybliżeniem dla założonych wartości napięcia anodowego aparatu rtg.
- e) Wymagane grubości ołowiu dla zredukowanej mocy dawki C1 oraz C2 odczytano dla napięcia  $100 \text{ kV}$ , co jest wystarczającym przybliżeniem dla założonych wartości napięcia anodowego.
- f) Analizy wielkości promieniowania ubocznego dokonano na podstawie wartości dawki podawanej przez producenta lampy rtg.
- g) Wielkość dopuszczalnej dawki tygodniowej przyjęto zgodnie z punktem 2.7 normy
- h) PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych przyjmując założenie, że dawka tygodniowa jaką może otrzymać osoba przebywająca w miejscu osłanianym nie może przekraczać dawki dopuszczalnej określonej w przepisach.
- i) Wymaganą grubość osłon stałych przed promieniowaniem rtg rozproszonym przez płaski panel cyfrowy 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.
- j) Dopuszczalne dawki przyjęto na podstawie rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi.
- k) We wnioskach końcowych dokonano analizy równoważnika grubości ołowiu zaprojektowanych osłon stałych w odniesieniu do maksymalnych wartości grubości osłon z ołowiu przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki oraz



promieniowaniem rozproszonym od elementów zestawu rtg obliczonych dla poszczególnych osłon stałych.

## 7.2. PARAMETRY EKSPOZYCJI RTG

<i>Parametr</i>	<i>Oznaczenie</i>	<i>Wartość</i>	<i>Jednostka</i>
napięcie maksymalne	$U_{nom}$	<b>90</b>	kV
prąd maksymalny	$I_{nom}$	<b>100</b>	mA
czas procedury	$t_p$	<b>30</b>	min
		<b>1800</b>	s
długość impulsu	$t_{imp}$	<b>4</b>	ms
liczba impulsów na sekundę	pps	<b>7,5</b>	-
czas ekspozycji w trakcie procedury	$t_e$	<b>54</b>	s
liczba procedur tygodniowo	-	<b>25</b>	-
czas pracy źródła	$t_o$	<b>22,5</b>	min
		<b>0,38</b>	h
wymiary panelu cyfrowego		<b>0,31 x 0,31</b>	m
powierzchnia panelu cyfrowego	s	<b>0,096</b>	m <sup>2</sup>
SID	f	<b>1,15</b>	m

### 7.3. 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>
1-2	Komunikacja Pomieszczenie przygotowania personelu	P00.IP.140 P00.IP.132	<b>0,25</b>	<b>8,7</b>
2-3	Sterownia	P00.IP.129	<b>1,0</b>	<b>26,1</b>
3-4	Pomieszczenie przygotowania pacjentów Komunikacja Pomieszczenie techniczne	P00.IP.130 P00.IP.137 P00.IP.80	<b>0,25</b>	<b>8,7</b>
4-1	CT	P00.IP.128	<b>0,25</b>	<b>8,7</b>
SD	Sala operacyjna mieszkanie przygotowania personelu Korytarz czysty	P01.BO.52 P01.BO.34 P01.BO.121	<b>1</b>	<b>8,7</b>
SG	Pomieszczenia biurowe	P1.BR.18 P1.BR.23 P1.BR.24 P1.BR.28 P1.BR.30	<b>1,0</b>	<b>8,7</b>

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

### 7.4. CZAS NARAŻENIA

<i>osłona</i>	<i>t<sub>0</sub></i>		<i>T</i>	<i>U</i>	<i>t</i>	
	<i>min</i>	<i>h</i>			<i>min</i>	<i>h</i>
1-2	22,5	0,38	0,25	1	5,625	0,095
2-3	22,5	0,38	1	1	22,5	0,38
3-4	22,5	0,38	0,25	1	5,625	0,095
4-1	22,5	0,38	0,25	1	5,625	0,095
SD	22,5	0,38	1	1	22,5	0,38
SG	22,5	0,38	1	1	22,5	0,38

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

## 7.5. WYNIKI OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

### 7.5.1. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD TKANKI

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki $C_1$	odczytana grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb
1-2	4,2	16,2	0,6
2-3	3,6	8,9	0,8
3-4	3,8	13,2	0,7
4-1	4,0	14,7	0,7
SD	1,5	0,5	2,0
SG	3,2	2,3	1,4

Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

### 7.5.2. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD DETEKTORA

*OBRAZOWEGO*

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki $C_2$	odczytana grubość osłony z ołowiu	przeliczona grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb	mm Pb
1-2	4,2	294	0,3	0,2
2-3	3,6	162	0,5	0,3
3-4	3,8	241	0,4	0,3
4-1	4,0	267	0,4	0,3
SD	1,5	9	1,4	0,9
SG	3,2	43	0,9	0,6

Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV

### 7.5.3. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

Do obliczeń przyjęto wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

$$\dot{D}_u = 0,4 \text{ mGy/h} = 400 \text{ }\mu\text{Gy/h}$$

osłona	$\dot{D}_u$	t	$D_u$	$D_{ul}$	r	k	$D_{uo}$	$D_d$	$D_{uo}/D_d$
	$\mu\text{Gy/h}$	h	$\mu\text{Gy}$	$\mu\text{Gy}$	mm Pb	-	$\mu\text{Gy}$	$\mu\text{Gy}$	%
1-2	400	0,095	38,0	2,15	0,6	100	0,022	8,7	0,25
2-3	400	0,38	152,0	11,7	0,8	200	0,059	8,7	0,23
3-4	400	0,095	38,0	2,6	0,7	150	0,018	8,7	0,20
4-1	400	0,095	38,0	2,4	0,7	150	0,016	52,2	0,18
SD	400	0,38	152,0	67,6	2,0	6500	0,010	8,7	0,12
SG	400	0,38	152,0	14,8	1,4	1400	0,011	8,7	0,12

$\dot{D}_u$  - przyjęta wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

t - czas narażenia

$D_u$  - dawka promieniowania ubocznego

$D_{ul}$  - dawka promieniowania ubocznego w odległości l

r - równoważnik ołowiu osłony

k - krotność osłabienia osłony

$D_{uo}$  - dawka promieniowania ubocznego za osłoną

$D_d$  - dopuszczalna tygodniowa dawka promieniowania za osłoną

$D_{uo}/D_d$  - dawka promieniowania ubocznego wyrażona jako procent dopuszczalnej dawki za osłoną

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

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

#### 7.5.4. ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

osłona	obliczona grubość osłony		przyjęta wymagana grubość warstwy ołowiu dla osłony
	przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki	przed promieniowaniem rozproszonym od detektora	
	mm Pb		
1-2	0,6	0,2	0,6
2-3	0,8	0,3	0,8
3-4	0,7	0,3	0,7
4-1	0,7	0,3	0,7
SD	2,0	0,9	2,0
SG	1,4	0,6	1,4

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 na stole i na stojaku oraz rozproszone od panelu cyfrowego na stole i na stojaku. 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.

## 8. WNIOSKI I ZALECENIA

<i>osłona</i>	<i>równoważnik ołowiu przegrody budowlanej</i>	<i>wymagana grubość osłony</i>	<i>minimalna grubość dodatkowej osłony</i>
	mm Pb		
1-2	<b>2,0</b>	<b>0,6</b>	0,0
2-3	<b>2,0</b>	<b>0,8</b>	0,0
3-4	<b>2,0</b>	<b>0,7</b>	0,0
4-1	<b>2,0</b>	<b>0,7</b>	0,0
SD	<b>&gt;2,0</b>	<b>2,0</b>	0,0
SG	<b>&gt;2,0</b>	<b>1,4</b>	0,0

Obliczeń oraz odczytów z nomogramów dokonano dla napięcia 100 kV

### 8.1. ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI DODATKOWYCH OSŁON DLA DRZWI

D1, D2, D3, D4, D5, D6 – drzwi systemowe z warstwą **blachy ołowiowej o grubości 2,0 mm.**

O1 - okno podglądowe o równoważniku min. **2,0 mm Pb.**

## 9. 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].

### **3.7 PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Zapasowy** **Angiograf dwupłaszczyznowy**

---

(PUSTA STRONA)



## **1. CEL PROJEKTU**

Celem sporządzenia projektu jest obliczenie wymaganej grubości osłon stałych przed promieniowaniem rtg dla angiografu dwupłaszczyznowego w zapasowym pomieszczeniu.

## **2. DOKUMENTY BĘDĄCE PODSTAWĄ PROJEKTU**

1. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 792).
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 czerwca 2015 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. z 2015 r. poz. 1355).
6. Polska Norma PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych.
7. Projekt budowlany.

## **3. PARAMETRY POMIESZCZENIA**

Zgodnie z § 5. 1. 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 pomieszczenia, w którym jest zainstalowany aparat rentgenowski do radiologii zabiegowej nie może być mniejsza niż 20 m<sup>2</sup>. Wysokość gabinetu nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia Gabinetu wynosi 55,41 m<sup>2</sup>, a jej wysokość (mierzona między stropami) wynosi 3,89 m Wymiary pomieszczenia są więc wystarczające dla zainstalowania aparatu rtg do radiologii zabiegowej.

#### 4. METODYKA OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

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.”

Do obliczeń przyjęto wartości dawek granicznych podane w § 2.1 i § 3.1. rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325).

#### 5. KONSTRUKCJA ISTNIEJĄCYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Oznaczenie na rysunku	Opis i konstrukcja przegrody	Równoważnik ołowiu
1-2	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
2-3	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
3-4	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
4-1	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
SD	<i>strop dolny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1 mm	>2 mm
SG	<i>strop górny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1,5 mm	>2 mm

## 6. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE APARATU RTG

Typ	Dwupłaszczyznowy angiograf rtg	
parametr	jednostka	wartość
Zakres napięcia anodowego	kV	50 - 125
zakres prądu anodowego w trybie fluoroskopii	mA	130
szerokość impulsu	ms	do 10 przy 30 fps lub do 20 przy 15 fps
liczba pulsów w czasie 1 s	puls/s	7,5 / 15 / 30
Lampa		
Filtracja zewnętrzna	mm Cu	0,1 / 0,2 / 0,3
Ogniska wg normy IEC 60336	-	0,3 / 0,6 / 1,0
Promieniowanie uboczne w odległości 1 m dla 100 kV	mGy/h	< 0,4
Typ anody	wirująca	
Ramię C		
SID	cm	115
Detektor obrazowy		
typ	Amorficzna krzemowa matryca fotodiodowa na podłożu ciągłym	
rozmiar	cm	31 x 31

## 7. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

### 7.1. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

- a) Przyjęto na podstawie danych przykładowego producenta, że wiązka pierwotna będzie całkowicie pochłaniania w płaskim panelu cyfrowym, a na osłony stałe oddziaływać będzie promieniowanie rozproszone od tkanki pacjenta oraz promieniowanie rozproszone od płaskiego detektora obrazowego.
- b) Do obliczeń przyjęto jako nominalne parametry:  $U = 90 \text{ kV}$  ,  $I = 100 \text{ mA}$ , czas procedury  $t = 30 \text{ min}$ .
- c) Uwzględniono jednocześnie długość trwania impulsu równą  $4 \text{ ms}$  oraz maksymalną liczbę  $7,5$  impulsów w czasie  $1 \text{ s}$  w trybie fluoroskopii pulsacyjnej DSA.
- d) Odczytów z nomogramów 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  $100 \text{ kV}$ , co jest wystarczającym przybliżeniem dla założonych wartości napięcia anodowego aparatu rtg.
- e) Wymagane grubości ołowiu dla zredukowanej mocy dawki C1 oraz C2 odczytano dla napięcia  $100 \text{ kV}$ , co jest wystarczającym przybliżeniem dla założonych wartości napięcia anodowego.
- f) Analizy wielkości promieniowania ubocznego dokonano na podstawie wartości dawki podawanej przez producenta lampy rtg.
- g) Wielkość dopuszczalnej dawki tygodniowej przyjęto zgodnie z punktem 2.7 normy PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych przyjmując założenie, że dawka tygodniowa jaką może otrzymać osoba przebywająca w miejscu osłanianym nie może przekraczać dawki dopuszczalnej określonej w przepisach.
- h) Wymaganą grubość osłon stałych przed promieniowaniem rtg rozproszonym przez płaski panel cyfrowy 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.
- i) Dopuszczalne dawki przyjęto na podstawie rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi.

- j) We wnioskach końcowych dokonano analizy równoważnika grubości ołowiu zaprojektowanych osłon stałych w odniesieniu do maksymalnych wartości grubości osłon z ołowiu przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki oraz promieniowaniem rozproszonym od elementów zestawu rtg obliczonych dla poszczególnych osłon stałych.

## 7.2. PARAMETRY EKSPOZYCJI RTG

<i><b>Parametr</b></i>	<i><b>Oznaczenie</b></i>	<i><b>Wartość</b></i>	<i><b>Jednostka</b></i>
napięcie maksymalne	$U_{nom}$	<b>90</b>	kV
prąd maksymalny	$I_{nom}$	<b>100</b>	mA
czas procedury	$t_p$	<b>30</b>	min
		<b>1800</b>	s
długość impulsu	$t_{imp}$	<b>4</b>	ms
liczba impulsów na sekundę	pps	<b>7,5</b>	-
czas ekspozycji w trakcie procedury	$t_e$	<b>54</b>	s
liczba procedur tygodniowo	-	<b>25</b>	-
czas pracy źródła	$t_o$	<b>22,5</b>	min
		<b>0,38</b>	h
wymiary panelu cyfrowego		<b>0,31 x 0,31</b>	m
powierzchnia panelu cyfrowego	s	<b>0,096</b>	m <sup>2</sup>
SID	f	<b>1,15</b>	m

### 7.3. 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>
1-2	Pomieszczenie przygotowania personelu Komunikacja	P00.IP.140	0,25	8,7
2-3	Wstępna IT Pokój pielęgniarstwa	P00.IP.125 P00.IP.124	1,0	8,7
3-4	Komunikacja Pomieszczenie przygotowania pacjentów	P00.IP.125 P00.IP.130	0,25	8,7
4-1	Sterownia	P00.IP.129	1,0	26,1
SD	Sala operacyjna Pom. Przyg. Personelu Korytarz czysty	P01.BO.39 P01.BO.36 P01.BO.121	1,0	8,7
SG	Pomieszczenia biurowe	P1.BR.20 P1.BR.26 P1.BR.31	1,0	8,7

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

### 7.4. CZAS NARAŻENIA

<i>osłona</i>	<i>t<sub>0</sub></i>		<i>T</i>	<i>U</i>	<i>t</i>	
	<i>min</i>	<i>h</i>			<i>min</i>	<i>h</i>
1-2	22,5	0,38	0,25	1	5,625	0,095
2-3	22,5	0,38	1,0	1	22,5	0,38
3-4	22,5	0,38	0,25	1	5,625	0,095
4-1	22,5	0,38	1,0	1	22,5	0,38
SD	22,5	0,38	1,0	1	22,5	0,38
SG	22,5	0,38	1,0	1	22,5	0,38

## 7.5. WYNIKI OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

### 7.5.1. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD TKANKI

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki $C_1$	odczytana grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb
1-2	3,6	11,9	0,7
2-3	3,1	2,2	1,4
3-4	3,5	11,2	0,7
4-1	3,1	6,6	0,9
SD	1,5	0,5	2,0
SG	3,2	2,3	1,4
Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV			

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

### 7.5.2. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD DETEKTORA

*OBRAZOWEGO*

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki $C_2$	odczytana grubość osłony z ołowiu	przeliczona grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb	mm Pb
1-2	3,6	216	0,4	0,3
2-3	3,1	40	0,9	0,6
3-4	3,5	204	0,4	0,3
4-1	3,1	120	0,6	0,4
SD	1,5	9	1,4	0,9
SG	3,2	43	0,9	0,6
Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV				

### 7.5.3. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

Do obliczeń przyjęto wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

$$\dot{D}_u = 0,4 \text{ mGy/h} = 400 \text{ }\mu\text{Gy/h}$$

osłona	$\dot{D}_u$ $\mu\text{Gy/h}$	t h	$D_u$ $\mu\text{Gy}$	$D_{ul}$ $\mu\text{Gy}$	r mm Pb	k -	$D_{uo}$ $\mu\text{Gy}$	$D_d$ $\mu\text{Gy}$	$D_{uo}/D_d$ %
1-2	400	0,095	38,0	2,9	0,7	150	0,020	8,7	0,22
2-3	400	0,38	152,0	15,8	1,4	1400	0,011	8,7	0,13
3-4	400	0,095	38,0	3,1	0,7	150	0,021	8,7	0,24
4-1	400	0,38	152,0	15,8	0,9	270	0,059	26,1	0,22
SD	400	0,38	152,0	67,6	2,0	6500	0,010	8,7	0,12
SG	400	0,38	152,0	14,8	1,4	1400	0,011	8,7	0,12

$\dot{D}_u$  - przyjęta wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

t - czas narażenia

$D_u$  - dawka promieniowania ubocznego

$D_{ul}$  - dawka promieniowania ubocznego w odległości l

r - równoważnik ołowiu osłony

k - krotność osłabienia osłony

$D_{uo}$  - dawka promieniowania ubocznego za osłoną

$D_d$  - dopuszczalna tygodniowa dawka promieniowania za osłoną

$D_{uo}/D_d$  - dawka promieniowania ubocznego wyrażona jako procent dopuszczalnej dawki za osłoną

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

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



#### 7.5.4. ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

osłona	obliczona grubość osłony		przyjęta wymagana grubość warstwy ołowiu dla osłony
	przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki	przed promieniowaniem rozproszonym od detektora	
	mm Pb		
1-2	0,7	0,3	0,7
2-3	1,4	0,6	1,4
3-4	0,7	0,3	0,7
4-1	0.9	0,4	0.9
SD	2,0	0,9	2,0
SG	1,4	0,6	1,4

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 na stole i na stojaku oraz rozproszone od panelu cyfrowego na stole i na stojaku. 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.

## 8. WNIOSKI I ZALECENIA

<i>osłona</i>	<i>równoważnik ołowiu przegrody budowlanej</i>	<i>wymagana grubość osłony</i>	<i>minimalna grubość dodatkowej osłony</i>
	mm Pb		
1-2	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>	0,0
2-3	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>	0,0
3-4	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>	0,0
4-1	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>	0,0
SD	<b>&gt;2,0</b>	<b>2,0</b>	0,0
SG	<b>&gt;2,0</b>	<b>1,4</b>	0,0

Obliczeń oraz odczytów z nomogramów dokonano dla napięcia 100 kV

### 8.1. ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI DODATKOWYCH OSŁON DLA DRZWI

D1, D2, D3, D4, D5, D6 – drzwi systemowe z warstwą **blachy ołowiowej o grubości 2,0 mm**.

O1 - okno podglądowe o równoważniku min. **2,0 mm Pb**.

## 9. 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].

**3.8 PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Angiograf**  
**jednopłaszczyzny P00.HEM.3**

---

(PUSTA STRONA)

## **1. CEL PROJEKTU**

Celem sporządzenia projektu jest obliczenie wymaganej grubości osłon stałych przed promieniowaniem rtg dla angiografu jednopłaszczyznowego w pomieszczeniu P00.HEM.3.

## **2. DOKUMENTY BĘDĄCE PODSTAWĄ PROJEKTU**

1. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 792).
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 czerwca 2015 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. z 2015 r. poz. 1355).
6. Polska Norma PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych.
7. Projekt budowlany.

## **3. PARAMETRY POMIESZCZENIA**

Zgodnie z § 5. 1. 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 pomieszczenia, w którym jest zainstalowany aparat rentgenowski do radiologii zabiegowej nie może być mniejsza niż 20 m<sup>2</sup>. Wysokość gabinetu nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia Gabinetu wynosi 45,94 m<sup>2</sup>, a jej wysokość (mierzona między stropami) wynosi 3,89 m Wymiary pomieszczenia są więc wystarczające dla zainstalowania aparatu rtg do radiologii zabiegowej.

#### 4. METODYKA OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

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.”

Do obliczeń przyjęto wartości dawek granicznych podane w § 2.1 i § 3.1. rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325).

#### 5. KONSTRUKCJA ISTNIEJĄCYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Oznaczenie na rysunku	Opis i konstrukcja przegrody	Równoważnik ołowiu
1-2	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
2-3	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
3-1	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
SD	<i>strop dolny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1 mm	>2 mm
SG	<i>strop górny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1,5 mm	>2 mm

## 6. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE APARATU RTG

Typ	Jednopłaszczyznowy angiograf rtg	
<i>parametr</i>	<i>jednostka</i>	<i>wartość</i>
Zakres napięcia anodowego	kV	50 - 125
zakres prądu anodowego w trybie fluoroskopii	mA	130
szerokość impulsu	ms	4
liczba pulsów w czasie 1 s	puls/s	3,75 / 7,5 / 15/ 30
Lampa		
Filtracja zewnętrzna	mm Cu	0,1 / 0,2 / 0,3
Ogniska wg normy IEC 60336	-	0,3 / 0,6 / 1,0
Promieniowanie uboczne w odległości 1 m dla 100 kV	mGy/h	< 0,4
Typ anody	wirująca	
Ramię C		
SID	cm	115
Detektor obrazowy		
typ	Amorficzna krzemowa matryca fotodiodowa na podłożu ciągłym	
rozmiar	cm	31 x 31

## 7. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

### 7.1. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

- a) Przyjęto na podstawie danych przykładowego producenta, że wiązka pierwotna będzie całkowicie pochłaniana w płaskim panelu cyfrowym, a na osłony stałe oddziaływać będzie promieniowanie rozproszone od tkanki pacjenta oraz promieniowanie rozproszone od płaskiego detektora obrazowego.
- b) Do obliczeń przyjęto jako nominalne parametry:  $U = 90 \text{ kV}$  ,  $I = 140 \text{ mA}$ , czas procedury  $t = 30 \text{ min}$ .
- c) Uwzględniono jednocześnie długość trwania impulsu równą  $4 \text{ ms}$  oraz maksymalną liczbę  $7,5$  impulsów w czasie  $1 \text{ s}$  w trybie fluoroskopii pulsacyjnej DSA.
- d) Odczytów z nomogramów 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  $100 \text{ kV}$ , co jest wystarczającym przybliżeniem dla założonych wartości napięcia anodowego aparatu rtg.
- e) Wymagane grubości ołowiu dla zredukowanej mocy dawki C1 oraz C2 odczytano dla napięcia  $100 \text{ kV}$ , co jest wystarczającym przybliżeniem dla założonych wartości napięcia anodowego.
- f) Analizy wielkości promieniowania ubocznego dokonano na podstawie wartości dawki podawanej przez producenta lampy rtg.
- g) Wielkość dopuszczalnej dawki tygodniowej przyjęto zgodnie z punktem 2.7 normy PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych przyjmując założenie, że dawka tygodniowa jaką może otrzymać osoba przebywająca w miejscu osłanianym nie może przekraczać dawki dopuszczalnej określonej w przepisach.
- h) Wymaganą grubość osłon stałych przed promieniowaniem rtg rozproszonym przez płaski panel cyfrowy 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.
- i) Dopuszczalne dawki przyjęto na podstawie rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi.



- j) We wnioskach końcowych dokonano analizy równoważnika grubości ołowiu zaprojektowanych osłon stałych w odniesieniu do maksymalnych wartości grubości osłon z ołowiu przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki oraz promieniowaniem rozproszonym od elementów zestawu rtg obliczonych dla poszczególnych osłon stałych.

## 7.2. PARAMETRY EKSPOZYCJI RTG

<i><b>Parametr</b></i>	<i><b>Oznaczenie</b></i>	<i><b>Wartość</b></i>	<i><b>Jednostka</b></i>
napięcie maksymalne	$U_{nom}$	<b>90</b>	kV
prąd maksymalny	$I_{nom}$	<b>130</b>	mA
czas procedury	$t_p$	<b>30</b>	min
		<b>1800</b>	s
długość impulsu	$t_{imp}$	<b>4</b>	ms
liczba impulsów na sekundę	pps	<b>7,5</b>	-
czas ekspozycji w trakcie procedury	$t_e$	<b>54</b>	s
liczba procedur tygodniowo	-	<b>25</b>	-
czas pracy źródła	$t_o$	<b>22,5</b>	min
		<b>0,38</b>	h
wymiary panelu cyfrowego		<b>0,31 x 0,31</b>	m
powierzchnia panelu cyfrowego	s	<b>0,096</b>	m <sup>2</sup>
SID	f	<b>1,15</b>	m

### 7.3. 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>
1-2	Komunikacja	P00.IP.136	<b>0,25</b>	<b>8,7</b>
2-3	Sterownia	P00.HEM.4	<b>1,0</b>	<b>26,1</b>
3-1	Pomieszczenie przygotowania pacjentów Komunikacja Pom. Przyg. Personelu Magazyn Pom. tech	P00.HEM.8  P00.IP.147 P00.HEM.13 P00.HEM.2 P00.HEM.1	<b>0,25</b>	<b>8,7</b>
SD	Śluza powrotna pacjentów Komunikacja	P01.BO.93 P01.KO.3	<b>0,25</b>	<b>8,7</b>
SG	Pomieszczenia biurowe	P1.ADM.95 P1.ADM.44 P1.ADM.61 P11.ADM.65	<b>1,0</b>	<b>8,7</b>

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

### 7.4. CZAS NARAŻENIA

<i>osłona</i>	<i>t<sub>0</sub></i>		<i>T</i>	<i>U</i>	<i>t</i>	
	<i>min</i>	<i>h</i>			<i>min</i>	<i>h</i>
1-2	22,5	0,38	<b>0,25</b>	<b>1</b>	5,625	0,095
2-3	22,5	0,38	<b>1,0</b>	<b>1</b>	22,5	0,38
3-1	22,5	0,38	<b>0,25</b>	<b>1</b>	5,625	0,095
SD	22,5	0,38	<b>0,25</b>	<b>1</b>	5,625	0,095
SG	22,5	0,38	<b>1,0</b>	<b>1</b>	22,5	0,38

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

## 7.5. WYNIKI OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

### 7.5.1. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD TKANKI

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki $C_1$	odczytana grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb
1-2	4,6	14,9	0,7
2-3	3,2	5,4	0,9
3-4	3,2	7,2	0,8
SD	1,5	1,6	1,5
SG	3,2	1,8	1,4

Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

### 7.5.2. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD DETEKTORA

*OBRAZOWEGO*

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki $C_2$	odczytana grubość osłony z ołowiu	przeliczona grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb	mm Pb
1-2	4,6	272	0,4	0,3
2-3	3,2	99	0,6	0,4
3-4	3,2	131	0,6	0,4
SD	1,5	29	1,0	0,7
SG	3,2	33	1,0	0,7

Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV

### 7.5.3. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

Do obliczeń przyjęto wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

$$\dot{D}_u = 0,4 \text{ mGy/h} = 400 \text{ }\mu\text{Gy/h}$$

osłona	$\dot{D}_u$	t	$D_u$	$D_{ul}$	r	k	$D_{uo}$	$D_d$	$D_{uo}/D_d$
	$\mu\text{Gy/h}$	h	$\mu\text{Gy}$	$\mu\text{Gy}$	mm Pb	-	$\mu\text{Gy}$	$\mu\text{Gy}$	%
1-2	400	0,095	38,0	1,8	0,7	150	0,012	8,7	0,14
2-3	400	0,38	152,0	14,8	0,9	270	0,055	26,1	0,21
3-1	400	0,095	38,0	3,7	0,8	200	0,019	8,7	0,21
SD	400	0,095	38,0	16,9	1,5	1800	0,009	8,7	0,11
SG	400	0,38	152,0	14,8	1,4	1400	0,011	8,7	0,12

$\dot{D}_u$  - przyjęta wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

t - czas narażenia

$D_u$  - dawka promieniowania ubocznego

$D_{ul}$  - dawka promieniowania ubocznego w odległości l

r - równoważnik ołowiu osłony

k - krotność osłabienia osłony

$D_{uo}$  - dawka promieniowania ubocznego za osłoną

$D_d$  - dopuszczalna tygodniowa dawka promieniowania za osłoną

$D_{uo}/D_d$  - dawka promieniowania ubocznego wyrażona jako procent dopuszczalnej dawki za osłoną

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

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

#### 7.5.4. ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

osłona	obliczona grubość osłony		przyjęta wymagana grubość warstwy ołowiu dla osłony
	przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki	przed promieniowaniem rozproszonym od detektora	
	mm Pb		
1-2	0,7	0,3	0,7
2-3	0,9	0,4	0,9
3-1	0,8	0,4	0,8
SD	1,5	0,7	1,5
SG	1,4	0,7	1,4

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 na stole i na stojaku oraz rozproszone od panelu cyfrowego na stole i na stojaku. 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.

#### 8. WNIOSKI I ZALECENIA

osłona	równoważnik ołowiu przegrody budowlanej	wymagana grubość osłony	minimalna grubość dodatkowej osłony
	mm Pb		
1-2	1,0	0,7	0,0
2-3	1,0	0,9	0,0
3-4	1,0	0,8	0,0
SD	>2,0	1,5	0,0
SG	>2,0	1,4	0,0

Obliczeń oraz odczytów z nomogramów dokonano dla napięcia 100 kV

### 8.1. ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI DODATKOWYCH OSŁON DLA DRZWI

D1, D2, D3, D4, D5, D6 – drzwi systemowe z warstwą **blachy ołowiowej o grubości 2,0 mm.**

O1 - okno podglądowe o równoważniku min. **2,0 mm Pb.**

## 9. 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].

**3.9 PRACOWNIA RENTGENOWSKA: Angiograf  
dwupłaszczyzowy P00.HEM.5**

---

(PUSTA STRONA)



## **1. CEL PROJEKTU**

Celem sporządzenia projektu jest obliczenie wymaganej grubości osłon stałych przed promieniowaniem rtg dla angiografu dwupłaszczowego w pomieszczeniu P00.HEM.5.

## **2. DOKUMENTY BĘDĄCE PODSTAWĄ PROJEKTU**

1. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. z 2018 r. poz. 792).
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 czerwca 2015 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. z 2015 r. poz. 1355).
6. Polska Norma PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych.
7. Projekt budowlany.

## **3. PARAMETRY POMIESZCZENIA**

Zgodnie z § 5. 1. 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 pomieszczenia, w którym jest zainstalowany aparat rentgenowski do radiologii zabiegowej nie może być mniejsza niż 20 m<sup>2</sup>. Wysokość gabinetu nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia Gabinetu wynosi 67,34 m<sup>2</sup>, a jej wysokość (mierzona między stropami) wynosi 3,89 m. Wymiary pomieszczenia są więc wystarczające dla zainstalowania aparatu rtg do radiologii zabiegowej.

#### 4. METODYKA OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

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.”

Do obliczeń przyjęto wartości dawek granicznych podane w § 2.1 i § 3.1. rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325).

#### 5. KONSTRUKCJA ISTNIEJĄCYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Oznaczenie na rysunku	Opis i konstrukcja przegrody	Równoważnik ołowiu
1-2	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
2-3	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
3-4	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
4-1	<i>ściana działowa</i> - ściana z płyt gipsowo-kartonowych 15 cm z blachą ołowianą o grubości 2 mm	2 mm
SD	<i>strop dolny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1 mm	>2 mm
SG	<i>strop górny</i> stropy betonowe z żebrowanych płyt korytkowych grubości 8 cm, szlichta betonowa, blachą ołowianą o grubości 1,5 mm	>2 mm

## 6. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE APARATU RTG

Typ	Dwupłaszczyznowy angiograf rtg	
<i>parametr</i>	<i>jednostka</i>	<i>wartość</i>
Zakres napięcia anodowego	kV	50 - 125
zakres prądu anodowego w trybie fluoroskopii	mA	130
szerokość impulsu	ms	do 10 przy 30 fps lub do 20 przy 15 fps
liczba pulsów w czasie 1 s	puls/s	7,5 / 15 / 30
Lampa		
Filtracja zewnętrzna	mm Cu	0,1 / 0,2 / 0,3
Ogniska wg normy IEC 60336	-	0,3 / 0,6 / 1,0
Promieniowanie uboczne w odległości 1 m dla 100 kV	mGy/h	< 0,4
Typ anody	wirująca	
Ramię C		
SID	cm	115
Detektor obrazowy		
typ	Amorficzna krzemowa matryca fotodiodowa na podłożu ciągłym	
rozmiar	cm	31 x 31

## 7. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

### 7.1. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

- a) Przyjęto na podstawie danych przykładowego producenta, że wiązka pierwotna będzie całkowicie pochłaniana w płaskim panelu cyfrowym, a na osłony stałe oddziaływać będzie promieniowanie rozproszone od tkanki pacjenta oraz promieniowanie rozproszone od płaskiego detektora obrazowego.
- b) Do obliczeń przyjęto jako nominalne parametry:  $U = 90 \text{ kV}$  ,  $I = 100 \text{ mA}$ , czas procedury  $t = 30 \text{ min}$ .
- c) Uwzględniono jednocześnie długość trwania impulsu równą  $4 \text{ ms}$  oraz maksymalną liczbę  $7,5$  impulsów w czasie  $1 \text{ s}$  w trybie fluoroskopii pulsacyjnej DSA.
- d) Odczytów z nomogramów 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  $100 \text{ kV}$ , co jest wystarczającym przybliżeniem dla założonych wartości napięcia anodowego aparatu rtg.
- e) Wymagane grubości ołowiu dla zredukowanej mocy dawki C1 oraz C2 odczytano dla napięcia  $100 \text{ kV}$ , co jest wystarczającym przybliżeniem dla założonych wartości napięcia anodowego.
- f) Analizy wielkości promieniowania ubocznego dokonano na podstawie wartości dawki podawanej przez producenta lampy rtg.
- g) Wielkość dopuszczalnej dawki tygodniowej przyjęto zgodnie z punktem 2.7 normy PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych przyjmując założenie, że dawka tygodniowa jaką może otrzymać osoba przebywająca w miejscu osłanianym nie może przekraczać dawki dopuszczalnej określonej w przepisach.
- h) Wymaganą grubość osłon stałych przed promieniowaniem rtg rozproszonym przez płaski panel cyfrowy 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.
- i) Dopuszczalne dawki przyjęto na podstawie rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi.

- j) We wnioskach końcowych dokonano analizy równoważnika grubości ołowiu zaprojektowanych osłon stałych w odniesieniu do maksymalnych wartości grubości osłon z ołowiu przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki oraz promieniowaniem rozproszonym od elementów zestawu rtg obliczonych dla poszczególnych osłon stałych.

## 7.2. PARAMETRY EKSPOZYCJI RTG

<i>Parametr</i>	<i>Oznaczenie</i>	<i>Wartość</i>	<i>Jednostka</i>
napięcie maksymalne	$U_{nom}$	<b>90</b>	kV
prąd maksymalny	$I_{nom}$	<b>100</b>	mA
czas procedury	$t_p$	<b>30</b>	min
		<b>1800</b>	s
długość impulsu	$t_{imp}$	<b>4</b>	ms
liczba impulsów na sekundę	pps	<b>7,5</b>	-
czas ekspozycji w trakcie procedury	$t_e$	<b>54</b>	s
liczba procedur tygodniowo	-	<b>25</b>	-
czas pracy źródła	$t_o$	<b>22,5</b>	min
		<b>0,38</b>	h
wymiary panelu cyfrowego		<b>0,31 x 0,31</b>	m
powierzchnia panelu cyfrowego	s	<b>0,096</b>	m <sup>2</sup>
SID	f	<b>1,15</b>	m

### 7.3. 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>
1-2	Pomieszczenie przygotowania personelu	P00.IP.136	<b>0,25</b>	<b>8,7</b>
2-3	Pom. tech. Pok. Lekarski Magazyn	P00.HEM.6 P00.IP.96 P00.HEM.7	<b>1</b>	<b>8,7</b>
3-4	Magazyn Pom. przyg. personelu Komunikacja Pom. przyg. pacjentów	P00.HEM.7 P00.HEM.12 P00.IP.147 P00.HEM.8	<b>0,25</b>	<b>8,7</b>
4-1	Sterownia	P00.HEM.4	<b>1,0</b>	<b>26,1</b>
SD	Mag. Błatów i wózków transportowych Pokój trudnych rozmów Komunikacja Sala briefingowa WC	P01.BO.106 P01.BO.94 P02.PS.47 P02.PS.48	<b>1,0</b>	<b>8,7</b>
SG	Pomieszczenia biurowe	P1.ADM.101 P1.ADM.42 P1.ADM.66 P1.ADM.63 P1.ADM.68	<b>1,0</b>	<b>8,7</b>

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

### 7.4. CZAS NARAŻENIA

<i>osłona</i>	<i>t<sub>0</sub></i>		<i>T</i>	<i>U</i>	<i>t</i>	
	<i>min</i>	<i>h</i>			<i>min</i>	<i>h</i>
1-2	22,5	0,38	0,25	1	5,625	0,095
2-3	22,5	0,38	1,0	1	22,5	0,38
3-4	22,5	0,38	0,25	1	5,625	0,095
4-1	22,5	0,38	1,0	1	22,5	0,38
SD	22,5	0,38	1,0	1	22,5	0,38
SG	22,5	0,38	1,0	1	22,5	0,38

## 7.5. WYNIKI OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

### 7.5.1. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD TKANKI

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki $C_1$	odczytana grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb
1-2	3,9	13,9	0,7
2-3	7,9	14,3	0,7
3-4	3,9	13,9	0,7
4-1	4,7	15,2	0,7
SD	1,5	0,5	2,0
SG	3,2	2,3	1,4
Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV			

Uwzględniono najmniej korzystne warunki dla pomieszczeń za daną przegrodą.

### 7.5.2. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD DETEKTORA

*OBRAZOWEGO*

*bez uwzględniania promieniowania ubocznego*

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki $C_2$	odczytana grubość osłony z ołowiu	przeliczona grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb	mm Pb
1-2	3,9	254	0,4	0,3
2-3	7,9	260	0,4	0,3
3-4	3,9	254	0,4	0,3
4-1	4,7	276	0,4	0,3
SD	1,5	9	1,4	0,9
SG	3,2	43	0,9	0,6
Obliczeń oraz odczytów dokonano dla napięcia 100 kV				

### 7.5.3. GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

Do obliczeń przyjęto wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

$$\dot{D}_u = 0,4 \text{ mGy/h} = 400 \text{ }\mu\text{Gy/h}$$

osłona	$\dot{D}_u$	t	$D_u$	$D_{ul}$	r	k	$D_{uo}$	$D_d$	$D_{uo}/D_d$
	$\mu\text{Gy/h}$	h	$\mu\text{Gy}$	$\mu\text{Gy}$	mm Pb	-	$\mu\text{Gy}$	$\mu\text{Gy}$	%
1-2	400	0,095	38,0	2,5	0,7	150	0,017	8,7	0,19
2-3	400	0,38	152,0	2,4	0,7	150	0,016	8,7	0,19
3-4	400	0,095	38,0	2,5	0,7	150	0,017	8,7	0,19
4-1	400	0,38	152,0	6,9	0,7	150	0,046	26,1	0,18
SD	400	0,38	152,0	67,6	2,0	6500	0,010	8,7	0,12
SG	400	0,38	152,0	14,8	1,4	1400	0,011	8,7	0,12

$\dot{D}_u$  - przyjęta wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

t - czas narażenia

$D_u$  - dawka promieniowania ubocznego

$D_{ul}$  - dawka promieniowania ubocznego w odległości l

r - równoważnik ołowiu osłony

k - krotność osłabienia osłony

$D_{uo}$  - dawka promieniowania ubocznego za osłoną

$D_d$  - dopuszczalna tygodniowa dawka promieniowania za osłoną

$D_{uo}/D_d$  - dawka promieniowania ubocznego wyrażona jako procent dopuszczalnej dawki za osłoną

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

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



#### 7.5.4. ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

osłona	obliczona grubość osłony		przyjęta wymagana grubość warstwy ołowiu dla osłony
	przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki	przed promieniowaniem rozproszonym od detektora	
	mm Pb		
1-2	0,7	0,3	0,7
2-3	0,7	0,3	0,7
3-4	0,7	0,3	0,7
4-1	0,7	0,3	0,7
SD	2,0	0,9	2,0
SG	1,4	0,6	1,4

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 na stole i na stojaku oraz rozproszone od panelu cyfrowego na stole i na stojaku. 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.

## 8. WNIOSKI I ZALECENIA

<i>osłona</i>	<i>równoważnik ołowiu przegrody budowlanej</i>	<i>wymagana grubość osłony</i>	<i>minimalna grubość dodatkowej osłony</i>
	mm Pb		
1-2	<b>2,0</b>	<b>0,7</b>	0,0
2-3	<b>2,0</b>	<b>0,7</b>	0,0
3-4	<b>2,0</b>	<b>0,7</b>	0,0
4-1	<b>2,0</b>	<b>0,7</b>	0,0
SD	<b>&gt;2,0</b>	<b>2,0</b>	0,0
SG	<b>&gt;2,0</b>	<b>1,4</b>	0,0

Obliczeń oraz odczytów z nomogramów dokonano dla napięcia 100 kV

### 8.1. ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI DODATKOWYCH OSŁON DLA DRZWI

D1, D2, D3, D4, D5, D6 – drzwi systemowe z warstwą **blachy ołowiowej o grubości 2,0 mm.**

O1 - okno podglądowe o równoważniku min. **2,0 mm Pb.**

## 9. 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].