

**OBLICZANIE OSŁON STAŁYCH  
PRZED PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM DLA PRACOWNI  
ENDOSKOPOWEJ Z DWOMA GABINETAMI RTG**



**Wrzesień 2024**

<b>I. Część opisowa</b>
-------------------------

**Projekt budowlany;**  
Polska Norma Obliczeniowa PN – 86/J-80001;

**Ustawa z dnia 29 listopada 2000r. – Prawo atomowe** (Dz. U., z 2023 poz.1173);

**Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r.** w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego  
(Dz. U. Z 2002r. Nr 239, poz. 2029);

**Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 11 stycznia 2023r.** w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej.  
(Dz. U. Z 2023 r., poz. 195)

**Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006r.** w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanych w celach medycznych warunków bezpiecznego stosowania promieniowania  
(Dz.U. 180 poz. 1325).

**Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2021 r.** w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności  
(Dz. U. z 2021 r., poz. 1667)

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej  
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu  
im prof. Ludwika Bierkowskiego  
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

---

**1. Lokalizacja.**

Przedmiotem opracowania jest obliczenie osłon stałych dla pracowni endoskopowej z dwoma gabinetami rtg:

- gabinet nr 1 – endoskopia urologiczna,
- gabinet nr 2 – endoskopia przewodu pokarmowego.

W gabinetach nr 1 i nr 2 zainstalowane będą przewoźne aparaty rtg z ramieniem C Alpha Cios firmy Siemens oraz Ziehm Vision RFD 3D firmy Ziehm Imaging.

Aparaty będą pracować naprzemiennie w obu gabinetach w zależności od ilości wykonywanych badań.

Pracownia endoskopowa znajduje się na wysokim parterze budynku Samodzielnego Publicznego Zakładu Opieki Zdrowotnej MSW w Poznaniu ul. Dojazd 34.

Powierzchnia gabinetu nr 1 wynosi **55.6 m<sup>2</sup>**, gabinetu nr 2 wynosi **33.00 m<sup>2</sup>**, wysokość **3.0 m**.

**Gabinet nr 1 sąsiaduje z:**

- AB** – wolna przestrzeń;
- BC** – toaleta;
- CD** – zmywalnia, rozdzielnia.;
- DE** – korytarz, drzwi;
- EF** – pomieszczenie przygotowania personelu, drzwi;
- FG** – zmywalnia;
- GA** – wolna przestrzeń;
- Strop** – oddział urologiczny;
- Posadzka** – pomieszczenia gospodarcze.

**Gabinet nr 2 sąsiaduje z:**

- AB** – zmywalnia, drzwi;
- BC** – pomieszczenie przygotowania personelu, drzwi;
- CD** – korytarz, drzwi;
- DE** – pomieszczenie przygotowania pacjenta, drzwi;
- EF** – pomieszczenie przygotowania pacjenta, toaleta;
- FG** – sala wybudzeń;
- Strop** – oddział urologiczny;
- Posadzka** – pomieszczenia gospodarcze.

## **2. Wymagania dla pracowni.**

**2.1** Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia powierzchnia pomieszczenia pracowni rentgenowskiej do radiologii zabiegowej powinna być nie mniejsza niż 20 m<sup>2</sup>. Ustawienie aparatu w gabinecie rtg zapewni swobodny dostęp do pacjenta co najmniej z dwóch stron, a odległość ogniska lampy od najbliższej ściany wynosić będzie 1,5 metra przy pionowym kierunku wiązki promieniowania.

**2.2** Konstrukcja ścian i stropów oraz okien i drzwi oraz zainstalowane urządzenia ochronne w pracowni rentgenowskiej powinny zabezpieczać osoby pracujące :

- w gabinecie rtg przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej - **6 mSv**,  
w pomieszczeniach pracowni rtg poza gabinetem rtg przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej - **3 mSv**,
- w pomieszczeniach poza pracownią rtg, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej - **0.5 mSv**,
- w budynkach mieszkalnych – **0.1 mSv**.

## **3. Wentylacja .**

W gabinetach zapewniona jest wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna spełniająca wymagania dotyczące sali o podwyższonym reżimie sanitarnym.

Istniejący budynek Szpitala – przegląd wentylacji raz w roku (Dz.U. 2006 nr 180 poz. 1325).

## **4. Wyposażenie technologiczne.**

W skład aparatów rtg wchodzi:

- lampa rentgenowska,
- konsola operatorska (sterownice, monitory, klawiatura),
- stół pacjenta,
- kardiomonitor
- tablica rozdzielcza,
- szafa generatora,
- system cyfrowy .

**5. Wyposażenie dodatkowe pracowni rentgenowskiej.**

Gabinety rtg wyposażone są w:

- fartuchy ochronne z gumy ołowiowej,
- kołnierze z gumy ołowiowej,
- okulary ochronne ze szkła ołowiowego.

Umywalki znajdują się w pomieszczeniach przygotowawczych.

**6. Oznakowanie pomieszczeń.**

Drzwi do pracowni oznakowane będą tablicą informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym zgodną ze wzorem określonym w załączniku nr 1 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 (Dz.U. 2006 nr 180 poz. 1325).

**7. Oświetlenie ostrzegawcze.**

Nad drzwiami prowadzącymi do gabinetów rtg winna być zamontowana sygnalizacja świetlna ostrzegawcza, która wskazywać będzie włączenie wyłącznika aparatu rtg (Dz.U. 2006 nr 180 poz. 1325).

**8. WC dla pacjentów i personelu oraz pokój socjalny personelu.**

WC dla pacjentów znajduje się na korytarzu oraz przy gabinecie nr 2.

Toaleta oraz pokój socjalny dla personelu zlokalizowane są w sąsiedztwie gabinetów rtg.

**9. Obsługa aparatu rtg.**

Badania wykonywać będą lekarze, technicy rtg i pielęgniarki przeszkoleni w tym zakresie.

Nadzór nad gabinetem z aparatem rtg sprawować będzie Inspektor Ochrony Radiologicznej.

Personel posiada certyfikat ze szkolenia „Ochrona Radiologiczna Pacjenta”.

Personel winien być objęty kontrolą dawek indywidualnych lub środowiska pracy oraz posiadać aktualne badania lekarskie.

**10. Struktura pracowni.**

W gabinetach rtg badaniom będą poddawani pacjenci szpitalni.

Przewiduje się przyjmowanie około 30 pacjentów tygodniowo w gabinecie nr 1 oraz 20 pacjentów tygodniowo w gabinecie nr 2.

Zapis cyfrowy przeprowadzanych badań.

Pomieszczenie przygotowania pacjenta znajduje się obok sąsiadujących gabinetów.

### **11. Zalecenia bezpieczeństwa**

Aparat rtg będzie sterowany zza szyby ołowiowej ( okienko obserwacyjne o odpowiednim równoważniku ołowiu z zamontowaną szybą ołowiową o wym. 100 x 80 cm dolna krawędź na wys. 85 cm od poziomu podłogi) za pomocą zestawu komputerowego. Aparat posiada zestaw wyłączników awaryjnych zabezpieczającymi przed ekspozycją, awarią zasilania lub aparatu.

### **12. Opis istniejących osłon stałych.**

#### **Gabinet nr1**

**Ściana AB** – panel karton-gips o grubości 240 mm z blachą ołowianą o  $Pb = 2.0$  mm;

**Ściana BC** – panel karton-gips o grubości 240 mm z blachą ołowiową o  $Pb = 1.0$  mm, drzwi stalowe z wkładką ołowianą o  $Pb = 2$  mm ;

**Ściana CD** – panel karton-gips o grubości 240 mm z blachą ołowiową o  $Pb = 1.0$  mm, za ścianą zabudowana szafka wnęka o grubości 40 cm, następnie szacht techniczny o grubości 200 cm;

**Ściana DE** – słup betonowy o grubości 250 mm, drzwi stalowe z wkładką ołowianą o  $Pb = 2$  mm, ściana za drzwiami wykonana z cegły o grubości 250 mm ;

**Ściana EF** – ściana z cegły o grubości 250 mm ;

**Ściana FG** – panel karton-gips o grubości 240 mm z blachą ołowianą o  $Pb = 1.0$  mm;

**Ściana GA** – 120 mm cegła pełna o gęstości  $1.9 \text{ g/cm}^3$  + panel z blachą ołowianą o  $Pb = 1.0$  mm;

**Strop** – strop Ackermana ( strop składa się z pustaków ceramicznych o grubości 200 mm i płyty betonowej o grubości 40 mm – łączna osłonność 1.5 mm) + blacha ołowiana o  $Pb = 1$  mm.

**Posadzka** - beton o grubości 200 mm o gęstości  $2.2 \text{ g/cm}^3$

#### **Gabinet nr 2**

**Ściana AB** – panel karton-gips o grubości 240 mm z blachą ołowianą o  $Pb = 1.0$  mm;

**Ściana BC, CD, DE, EA** – panel karton-gips o grubości 240 mm z blachą ołowianą o  $Pb = 0.5$  mm;

**Strop** – strop Ackermana ( strop składa się z pustaków ceramicznych o grubości 200 mm i płyty betonowej o grubości 40 mm – łączna osłonność 1.5 mm) + blacha ołowiana o  $Pb = 1$  mm.

**Posadzka** - beton o grubości 200 mm o gęstości  $2.2 \text{ g/cm}^3$

Ściany gabinetów będą zbudowane według zestawienia podanego na końcu opracowania.

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej  
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu  
im prof. Ludwika Bierkowskiego  
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

---

Ponadto drzwi oraz okienko obserwacyjne zostaną zabezpieczone wg zestawienia podanego na końcu opracowania.

### **13. Dane techniczne aparatów rtg**

Aparat rentgenowski **Alpha Cios** z ramieniem typu „C” przeznaczony jest do radiologii zabiegowej:

- Napięcie nominalne na lampie: 40 kV - 125 kV
- Natężenie prądu na lampie fluoroskopia - 3 mA do 250 mA
- Natężenie prądu na lampie w trybie radiografii: 10-250 mA
- Filtracja wewnętrzna: 3 mm Al przy 75 kV + 0.1 mm Cu
- Filtracja całkowita: 6.95 mm Al przy 75 kV + 0.1 mm Cu

Aparat rentgenowski **Ziehm Vision RFD 3D** z ramieniem typu „C” przeznaczony jest do radiologii zabiegowej:

- Napięcie nominalne na lampie: 40- 120 kV
- Natężenie max prądu na lampie fluoroskopia : 1.5- 250 mA
- Natężenie prądu max na lampie grafia: 250 mA
- Filtracja całkowita: min 3.9 mm Al + 0.1 mm Cu

Funkcja pulsskopii o obniżonej dawce

Funkcja Last Image Hold

Ciągły pomiar dawki DAP

Aparaty posiadają testy odbiorcze i specjalistyczne wykonane przez firmę posiadającą uprawnienia na wykonywanie testów.

## **II. Część obliczeniowa**

W obliczeniach przyjmujemy pesymistyczne warunki ekspozycji rentgenowskiej, tak aby zapewnić możliwie największe bezpieczeństwo radiologiczne, zgodnie z zasadą ALARA, która mówi, aby zmniejszać zagrożenie tak dalece jak to jest możliwe poprzez uzasadnioną ekonomię i zdrowy rozsądek.

W ramach wykonywanych zabiegów stosowane będą dwa tryby pracy: fluoroskopia pulsacyjna umożliwiająca podgląd operowanego pola w czasie rzeczywistym oraz radiografia zapisująca obrazy w wyższej jakości dla celów dokumentacji medycznej.

### **Obliczanie grubości osłon.**

#### **1.1. Dane i wzory stosowane do obliczeń.**

Obliczenia wykonano w oparciu o normę PN-86/J-80001.

Grubość osłon określono na podstawie zawartych tam tabel i wykresów posługując się następującymi wzorami:

#### **Dawka tygodniowa przyjmowana do obliczeń.**

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20, poz.168) do obliczeń przyjęto następujące wartości dawek:

- Dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące w gabinecie rtg:

$$6 \text{ mSv/rok} - 0.522 \text{ cGy/rok} - 0.01044 \text{ cGy/tydz.} = 104.4 \text{ }\mu\text{Gy/tydz.}$$

- W pracowni rtg poza gabinetem rtg:

$$3 \text{ mSv/rok} - 0.261 \text{ cGy/rok} - 0.00522 \text{ cGy/tydz.} = 52.2 \text{ }\mu\text{Gy/tydz.}$$

Dla osób z ogółu ludności :

$$0.5 \text{ mSv/rok} - 0.0435 \text{ cGy/rok} - 0.87 \times 10^{-3} \text{ cGy/tydz} = 8.7 \mu\text{Gy/tydz.}$$

- Dla budynków mieszkalnych:

$$0.1 \text{ mSv/rok} - 0.0087 \text{ cGy/rok.} - 0.000174 \text{ cGy/tydz} - 1.74 \text{ }\mu\text{Gy/tydz.}$$

#### **1.2. Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia.**

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

w którym:

T- współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu;



**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej  
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu  
im prof. Ludwika Bierkowskiego  
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

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

$t_0$ - maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jednej zmianie, s, min lub h.

Jeżeli nie udokumentowano innych wartości należy przyjmować:

**T=1** – dla miejsc stałego przebywania ludzi (miejsc ciągłej pracy, pomieszczenia mieszkalne, miejsca przeznaczone dla dzieci);

**T=0.25** – dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi (np. korytarze, WC, stołówki itp.);

**T=0.05** - dla miejsc krótkiego czasu przebywania (np. ulice, place, klatki schodowe);

**U=1** – dla podłóg;

**U=1** – dla ścian i sufitów jeżeli przewiduje się ich napromieniowanie wiązką główną przy pracach rutynowych;

**U= 0.25** - dla ścian nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych;

**U= 0.05** - dla sufitów nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych;

Dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym **U=1**

### **1.3. Osłony przed promieniowaniem pierwotnym**

**Krotność (k) osłabienia promieniowania przez osłonę.**

$$K = \frac{D \cdot I \cdot t}{D \cdot l^2} \cdot y$$

W którym:

D – moc dawki wg PN-86/J-80001 pkt. 2.5.1.1. w odległości 1m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1mA, ( $\text{cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ );

I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej (mA);

t- czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym ;wyznaczony zgodnie z 1.1.2. w (min).;

D- dawka tygodniowa określona zgodnie z 1.1.1. w (cGy);

l- najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, (m);

y- współczynnik zgodny z PN-86/J-80001 pkt 2.4.

### **1.4. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym.**

**Zredukowana moc dawki**

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{\dots}$$

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej  
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu  
im prof. Ludwika Bierkowskiego  
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

---

**$t \cdot I$**

w którym:

D- dawka tygodniowa określona zgodnie z 1.1.1. w (cGy);

l- najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, (m);

t- czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym wyznaczony zgodnie z 1.1.2. w (min).;

I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej (mA);

W przypadku zdjęć rentgenowskich, gdzie ustala się mAs, I należy obliczyć dzieląc sumę mAs w tygodniu przez czas pracy lampy rtg w tym okresie.

### **1.5. Dane do obliczeń.**

**Aparaty mają porównywalne dane techniczne , do obliczeń przyjęto:**

#### **Gabinet nr 1**

- Ilość pacjentów tygodniowo – 30;
- Czas ekspozycji dla jednego pacjenta średnio – 5 min. - 300 s;
- Napięcie na lampie rtg. – 120 kV;
- Średnie natężenie prądu anodowego lampy – 60 mA;
- Filtracja całkowita – min. 3.9 mm Al

#### **Gabinet nr 2**

- Ilość pacjentów tygodniowo – 20;
- Czas ekspozycji dla jednego pacjenta średnio – 3 min. - 180 s;
- Napięcie na lampie rtg. – 120 kV;
- Średnie natężenie prądu anodowego lampy – 60 mA;
- Filtracja całkowita – min. 3.9 mm Al

### **1.6. Obliczenia.**

#### **Założenia:**

Konstrukcja aparatu typu ramię C wyklucza bezpośrednie napromieniowanie wiązką pierwotną otoczenia w tym rozpatrywanych osłon stałych - wiązka zawsze znajduje się w obrębie detektora, którego obudowa zapewnia pełne pochłanianie promieniowania pierwotnego. Jednym rodzajem promieniowania przed którym należy zapewnić ochronę jest promieniowanie rozproszone którego źródłem jest każdy obiekt na drodze wiązki pierwotnej.

W warunkach użytkowych wiązka w głównej mierze rozpraszana jest przez ciało pacjenta, które staje się wtórnym źródłem promieniowania jonizującego.

W związku z tym promieniowanie rozproszone skierowane jest na wszystkie ściany, strop i posadzkę.

**Gabinet nr 1**

**Obliczenia czasu (t) narażenia na promieniowanie X**

$$t_0 = 30 \text{ pacjentów/tydzień} * 300 \text{ s} = 9000 \text{ s/tydz.}$$

**Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym**

**ŚCIANA AB (wolna przestrzeń)**

$$D = 8.7 \text{ } \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 3.6 \text{ m}$$

$$t = 0.125 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 0.05$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (3.6)^2}{0.125 * 60} = 15.0 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi ~ 0.9 mm Pb (odczyt rys.3 ekstrapolacja U = 120 kV).

**ŚCIANA BC (toaleta)**

W toalecie obecność personelu i obecność pacjenta (jednorazowa) jest jedynie czasowa możliwa - do obliczeń przyjęto T=0.25.

$$D = 8.7 \text{ } \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 4.3 \text{ m}$$

$$t = 0.625 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (4.3)^2}{0.625 * 60} = 4.3 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi ~ 1.3 mm Pb (odczyt rys.3 ekstrapolacja U = 120 kV).

### **ŚCIANA CD (zmywalnia, rozdzielnia)**

Pomiędzy zmywalnią a gabinetem znajduje się szafa wentylowana, w której znajdują się endoskopy. W zmywalni nikt nie przebywa podczas wykonywania ekspozycji. W chwili wyzwalania ekspozycji następuje automatyczna blokada drzwi wejściowych do zmywalni.

Rozdzielnia jest zamknięta, nikt nieupoważniony nie ma możliwości wejścia.

$$D = 8.7 \text{ } \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 3.6 \text{ m}$$

$$t = 0.625 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$D \cdot l^2 \quad 8.7 * (4.1)^2$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (4.1)^2}{0.625 * 60} = 3.0 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi  
~ 1.7 mm Pb (odczyt rys.3 ekstrapolacja U = 120 kV).

### **ŚCIANA C1D1 (korytarz)**

Obliczenia wykonano dla korytarza, który znajduje się za zmywalnią.

Na korytarzu obecność personelu i obecność pacjenta (jednorazowa) jest jedynie czasowa możliwa - do obliczeń przyjęto T=0.25.

$$D = 8.7 \text{ } \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 6.0 \text{ m}$$

$$t = 0.625 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$D \cdot l^2 \quad 8.7 * (6)^2$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (6)^2}{0.625 * 60} = 8.4 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi  
~ 1.0 mm Pb (odczyt rys.3 ekstrapolacja U = 120 kV).

### **ŚCIANA DE (korytarz, drzwi)**

Na korytarzu obecność personelu i obecność pacjenta (jednorazowa) jest jedynie czasowa możliwa - do obliczeń przyjęto  $T=0.25$ .

W świetle drzwi obecność personelu i pacjenta jest znacznie mniej prawdopodobna.

$$D = 8.7 \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 3.2 \text{ m}$$

$$t = 0.625 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (3.2)^2}{0.625 * 60} = 2.4 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi  $\sim 1.8 \text{ mm Pb}$  (odczyt rys.3,  $U = 120 \text{ kV}$ )

### **ŚCIANA EF, FG (pomieszczenie przygotowania personelu, drzwi, zmywalnia)**

W pomieszczeniu obecność personelu jest czasowa - do obliczeń przyjęto  $T=0.25$ .

W świetle drzwi obecność personelu jest znacznie mniej prawdopodobna.

$$D = 8.7 \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 5.8 \text{ m}$$

$$t = 0.625 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (5.8)^2}{0.625 * 60} = 7.8 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi  $\sim 1.2 \text{ mm Pb}$  (odczyt rys.3,  $U = 120 \text{ kV}$ ).

### **ŚCIANA GA (wolna przestrzeń, okna)**

Okna znajdują się na wysokości 2.6 m od gruntu do parapetu zewnętrznego, w najniższej odległości

$$D = 8.7 \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 3.0 \text{ m}$$

$$t = 0.125 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 0.05$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 \cdot (3)^2}{0.125 \cdot 60} = 10.4 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi ~ 0.9 mm Pb (odczyt rys.3 ekstrapolacja U = 120 kV).

### **STROP (oddział urologii)**

Obliczenia wykonano dla miejsc stałego przebywania osób z populacji T = 1.

$$D = 8.7 \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 2.2 \text{ m}$$

$$t = 2.5 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 \cdot (2.2)^2}{2.5 \cdot 60} = 0.3 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi ~ 2.7 mm Pb (odczyt rys.3, U = 120 kV).

### **POSADZKA (pomieszczenia gospodarcze)**

Obliczenia wykonano dla miejsc stałego przebywania osób z populacji T = 1.

$$D = 8.7 \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 2.2 \text{ m}$$

$$t = 2.5 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (2.2)^2}{2.5 * 60} = 0.3 \text{ } \mu\text{Gy h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi ~ 2.7 mm Pb (odczyt rys.3, U = 120 kV).

#### **1.2.4 Obliczenia czasu (t) narażenia na promieniowanie X – grafia**

Zakładając, że wykonamy zdjęcie każdemu pacjentowi:

- Ilość pacjentów tygodniowo na jednej zmianie – 30;
- Czas ekspozycji dla jednego pacjenta – 0.2 s;
- Napięcie na lampie rtg. – 120 kV;
- Natężenie prądu anodowego lampy – 250 mA;
- Filtracja całkowita - min. 3.9 mm Al

$$t_0 = 20 \text{ pacjentów/tydzień} * 0.2 \text{ s} * = 4.0 \text{ s/tydz.}$$

Czas jest tak mały, że można zredukowaną moc dawki zdjęć pominąć, uwzględniając tylko skopi



**Gabinet nr 2**

**Obliczenia czasu (t) narażenia na promieniowanie X**

$$t_0 = 20 \text{ pacjentów/tydzień} * 180 \text{ s} = 3600 \text{ s/tydz.}$$

**Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym**

**ŚCIANA AB (pomieszczenie przygotowania personelu, drzwi + zmywalnia, drzwi)**

W pomieszczeniach obecność personelu może być sporadyczna - do obliczeń przyjęto  $T=0.25$ .

W świetle drzwi obecność personelu jest znacznie mniej prawdopodobna.

$$D = 8.7 \text{ } \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 3.9 \text{ m}$$

$$t = 0.25 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (3.9)^2}{0.25 * 60} = 8.8 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi  
~ 1.2 mm Pb (odczyt rys.3,  $U = 120 \text{ kV}$ ).

**ŚCIANA BC (korytarz, drzwi)**

Na korytarzu obecność personelu i obecność pacjenta (jednorazowa) jest jedynie czasowa możliwa - do obliczeń przyjęto  $T=0.25$ .

W świetle drzwi obecność personelu i pacjenta jest znacznie mniej prawdopodobna.

$$D = 8.7 \text{ } \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 4.2 \text{ m}$$

$$t = 0.25 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (4.2)^2}{0.25 * 60} = 10.2 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi  
~ 1.0 mm Pb (odczyt rys.3,  $U = 120 \text{ kV}$ )

### **ŚCIANA CD, DE (pomieszczenie przygotowanie pacjenta, toaleta, drzwi)**

W pomieszczeniach obecność pacjenta oraz personelu jest czasowa - do obliczeń przyjęto  $T=0.25$ .

W świetle drzwi obecność personelu jest znacznie mniej prawdopodobna.

$$D = 8.7 \text{ } \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 2.0 \text{ m}$$

$$t = 0.25 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (2)^2}{0.25 * 60} = 2.3 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi  $\sim 1.7 \text{ mm Pb}$  (odczyt rys.3,  $U = 120 \text{ kV}$ ).

### **ŚCIANA EF (sala wybudzeń)**

W sali obecność personelu może być stała, obecność pacjentów czasowa - do obliczeń przyjęto  $T = 1.0$ .

$$D = 8.7 \text{ } \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 2.6 \text{ m}$$

$$t = 1.0 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (2.6)^2}{1.0 * 60} = 1.0 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi  $\sim 2.0 \text{ mm Pb}$  (odczyt rys.3,  $U = 120 \text{ kV}$ ).

### **ŚCIANA FA (wolna przestrzeń)**

Okna znajdują się na wysokości 2.6 m od gruntu do parapetu zewnętrznego, w najniższej odległości

$$D = 8.7 \mu\text{Gy/tydz.}$$

L

$$l = 2.2 \text{ m}$$

$$t = 0.05 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 0.05$$

$$U = 1$$

$$D \cdot l^2 = 8.7 * (2.2)^2$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (2.2)^2}{0.05 * 60} = 14.0 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi ~ 0.9 mm Pb (odczyt rys.3, U = 120 kV).

### **STROP (oddział urologii)**

Obliczenia wykonano dla miejsc stałego przebywania osób z populacji T = 1.

$$D = 8.7 \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 2.2 \text{ m}$$

$$t = 1.0 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (2.2)^2}{1 * 60} = 0.7 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi ~ 2.2 mm Pb (odczyt rys.3, U = 120 kV).

### **POSADZKA (pomieszczenia gospodarcze)**

Obliczenia wykonano dla miejsc stałego przebywania osób z populacji T = 1.

$$D = 8.7 \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 2.2 \text{ m}$$

$$t = 1.0 \text{ h}$$

$$I = 60 \text{ mA}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (2.2)^2}{1 * 60} = 0.7 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi  
~ 2.2 mm Pb (odczyt rys.3, U = 120 kV).

#### **1.2.4 Obliczenia czasu (t) narażenia na promieniowanie X – grafia**

Zakładając, że wykonamy zdjęcie każdemu pacjentowi:

- Ilość pacjentów tygodniowo na jednej zmianie – 20;
- Czas ekspozycji dla jednego pacjenta – 0.2 s;
- Napięcie na lampie rtg. – do 120 kV;
- Natężenie prądu anodowego lampy – 250 mA;
- Filtracja całkowita - min. 3.9 mm Al

$$t_0 = 20 \text{ pacjentów/tydzień} * 0.2 \text{ s} * = 4.0 \text{ s/tydz.}$$

Czas jest tak mały, że można zredukowaną moc dawki zdjęć pominąć, uwzględniając tylko skopi

Grubości osłon odczytana z rys.3 PN-86 przy napięciu aparatu 100 kV.

Dane dotyczące aktualnych osłon przyjęto na podstawie danych dostarczonych przez Inwestora.

### **Wymagania radiologiczne**

1. Instalacji aparatu rtg musi dokonać serwis posiadający niezbędne uprawnienia.  
Po instalacji należy przeprowadzić testy odbiorcze mające na celu wykazanie zgodności zamontowanego zestawu ze specyfikacją producenta.
2. Po zainstalowaniu angiografu należy przeprowadzić pomiary dozymetryczne potwierdzające skuteczność osłon stałych ze szczególnym uwzględnieniem nieciągłości warstw ochronnych takich jak: futryny drzwi, rama okienka ochronnego, kanały wentylacyjne itp.
3. Drzwi prowadzące do pracowni angiograficznej należy zaopatrzyć w tablicę informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym, według załącznika nr 1 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006r. – „W sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi” (Dz. U. 2006, Nr 180, poz. 1325).
4. Nad drzwiami prowadzącymi do pracowni angiograficznej należy w umieścić ostrzegawczą sygnalizację świetlną włączaną równocześnie z zasilaniem generatora (Dz. U. 2006, Nr 180, poz. 1325).
5. Kontakt głosowy pomiędzy sterownią, a pracownią angiograficzną zapewnić przy użyciu interkomu wyposażonego w dwukierunkowe wzmocnienie głośnikowe.  
Kontakt wizualny z pacjentem z zastosowaniem przeziernej szyby ołowiowej pomiędzy sterownią a pracownią angiograficzną (w ścianie GA).

Opracowała: Kinga Kapecka  
Inspektor OR

