



**Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. Jana Mikulicza Radeckiego  
we Wrocławiu  
ul. Borowska 213, 50-556 Wrocław**

**PRACOWNIA MEDYCYNY NUKLEARNEJ**

**Klinika Endokrynologii, Diabetologii i Leczenia Izotopami  
Ul. Wybrzeże L. Pasteura 4, 50-367 Wrocław**

**Dokumentacja techniczna z obliczeniem osłon stałych  
pracowni izotopowej klasy II**

**kwiecień – 2019**

## SPIS TREŚCI

<b>I. Część opisowa</b>	<b>3</b>
Zleceniodawca	3
Uzasadnienie wykonania obliczeń	3
Podstawa opracowania	3
Opis ZMN	4
Lokalizacja	4
Powierzchnia	5
Wentylacja	5
Wyposażenie pracowni	5
Oznakowanie pracowni	6
Stosowane źródła promieniotwórcze	6
Klasa pracowni	6
Postępowanie z otwartymi źródłami promieniotwórczymi	6
Dokumentacja pracowni	7
<b>II. Część obliczeniowa</b>	<b>8</b>
Obliczenia grubości osłon	8
Dane i wzory stosowane do obliczeń	8
Osłony przed promieniowaniem $\gamma$	8
Osłony przed promieniowaniem $\beta$	8
Dawka tygodniowa przyjmowana do obliczeń	9
Czas (t) narażenia na promieniowanie	9
Pomieszczenie przygotowania radiofarmaceutyków	10
Pomieszczenie leczenia dużymi dawkami	19
Gabinet zabiegowy	30
Poczekalnia nr 2- poczekalnia „gorąca”	37
<b>III. Wnioski</b>	<b>44</b>

# I. CZĘŚĆ OPISOWA

## 1. Zleceniodawca.

### 1. Zleceniodawca.

Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. Jana Mikulicza – Radeckiego we Wrocławiu  
Klinika Endokrynologii, Diabetologii i Leczenia Izotopami  
ul. Wybrzeże L. Pasteura 4, 50-367 Wrocław.

## 2. Uzasadnienie wykonania obliczeń.

Obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym dla Pracowni Medycyny Nuklearnej z pracownią izotopową klasy drugiej i magazynem źródeł i odpadów promieniotwórczych wykonano w związku z planowaną modernizacją i przeniesieniem pracowni izotopowej do nowych pomieszczeń.

## 3. Podstawa opracowania.

Projekt modernizacji Kliniki Endokrynologii, Diabetologii i Leczenia Izotopami  
Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego we Wrocławiu;

Polska Norma Obliczeniowa PN – 86/J-80001;

**Ustawa z dnia 29 listopada 2000r. – Prawo atomowe** (Dz. U. z 2018 r., poz. 792);

**Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2015 r.** w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosków 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);

**Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r.** w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140 z 2006r., poz. 994);

**Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r.** w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. nr 180 z 2006r., poz. 1325);

**Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r.** w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20, poz.168).

## 4. Opis Pracowni Medycyny Nuklearnej.

### 4.1. Lokalizacja.

Pracownia Medycyny Nuklearnej z pracownią izotopową klasy II usytuowany jest w przyziemiu budynku należącego do Kliniki Endokrynologii, Diabetologii i Leczenia Izotopami Szpitala Klinicznego we Wrocławiu przy ul. Wybrzeże L. Pasteura 4.

Budynek, w którym zlokalizowana jest pracownia izotopowa oraz magazyn odpadów i źródeł promieniotwórczych jest zaliczony do klasy B odporności przeciwpożarowej.

Pomieszczenia pracowni izotopowej, magazynu odpadów i źródeł promieniotwórczych. zabezpieczone przed zalaniem wodą poprzez zastosowanie kratki odpływowych umieszczonych w podłodze – **projekt budowlany**.

W skład Pracowni wchodzi:

- pracownia izotopowa klasy II ze służą sanitarno - dozymetryczną, pomieszczenie **00/11**;
- pokój podawczy, pomieszczenie **00/10**;
- gabinet, pomieszczenie **00/09**;
- poczekalnia dla pacjentów „gorąca”, pomieszczenie **00/17**;
- magazyn źródeł promieniotwórczych, pomieszczenie **00/12**;
- magazyn odpadów promieniotwórczych, pomieszczenie **00/13**.

Rozmieszczenie pomieszczeń przedstawia - **projekt budowlany**.

Wejście i wyjście z pracowni izotopowej przez służę sanitarno – dozymetryczną.

Wszystkie materiały budowlane i wykończeniowe posiadać będą odpowiednią odporność przeciwpożarową (minimum klasy „B”).

Ściany pomieszczeń pracowni izotopowej, magazynu odpadów i źródeł promieniotwórczych pomalowane farbą zmywalną, na podłodze wykładzina homogeniczna na masie samopoziomującej zawinięta na 10 cm, gładka, umożliwiająca usuwanie skażeń promieniotwórczych bez możliwości powstawania trwałych zanieczyszczeń.

Sufity we wszystkich pomieszczeniach należących do zakładu medycyny nuklearnej pomalowane farbą.

**Dokumentację techniczną magazynu źródeł i odpadów promieniotwórczych (00/12, 00/13) stanowi osobne opracowanie.**

## 4.2. Powierzchnia.

Powierzchnia pomieszczenia

- pokój przygotowania radiofarmaceutyków - 12,02 m<sup>2</sup> (pomieszczenie 00/11);
- pokój podawczy- pom. leczenia dużymi dawkami – 21.56 m<sup>2</sup> (pomieszczenie 00/10);
- gabinet zabiegowy – 14.45 m<sup>2</sup> (pomieszczenie 0/09);
- poczekalnia dla pacjentów – poczekalnia „gorąca” – 28.38 m<sup>2</sup> (pomieszczenie 00/17).

Wysokość wszystkich pomieszczeń wynosi 3.2 m.

## 4.3. Wentylacja.

Pracownia izotopowa, wyposażona jest w wentylację mechaniczną nawiewno-wyciągową gwarantującą:

- 3 – krotną wymianę powietrza w ciągu godziny,
- Przepływ powietrza w kierunku pomieszczeń, w których istnieje większe prawdopodobieństwo powstania skażeń promieniotwórczych,
- Ruch powietrza, który zapobiega rozprzestrzenianiu się skażeń promieniotwórczych,
- Wyrzut powietrza na wysokości 1 m ponad kalenicą budynku pracowni izotopowej klasy II i budynku sąsiadującego;

W magazynie źródeł zapewnia się wentylację mechaniczną nawiewno-wyciągową zapewniającą 6-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny. Włączenie wentylacji następuje na 10 min przed wejściem pracownika do magazynu.

## 4.4. Wyposażenie pracowni.

Pracownia izotopowa wyposażona jest w instalację wodną i kanalizacyjną.

Śluza dozymetryczna wyposażona w umywalkę oraz kabinę natryskową w podłodze kratka odpływowa.

Ściany pomalowane farbą zmywalną, na podłodze wykładzina homogeniczna na masie samopoziomującej zawinięta na 10 cm, gładka, umożliwiająca usuwanie skażeń promieniotwórczych bez możliwości powstawania trwałych zanieczyszczeń.

Meble w pracowni (stoły, krzesła, blaty) wykonane z materiałów gładkich pozwalających na łatwe usuwanie skażeń promieniotwórczych.

Ponadto w pracowni znajdują się wyciągi radiochemiczne i cegły ołowiane oraz sprzęt dozymetryczny do pomiaru mocy dawki i skażeń promieniotwórczych.

#### **4.5.Oznakowanie pracowni.**

Na drzwiach pracowni izotopowej, magazynu źródeł promieniotwórczych znajdują się tablice zgodne z załącznikiem nr 1 i nr 2 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 140, poz. 994).

#### **5. Stosowane źródła promieniotwórcze.**

W Pracowni Medycyny Nuklearnej Kliniki Endokrynologii, Diabetologii i Leczenia Izotopami Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego we Wrocławiu stosowane będą otwarte źródła promieniotwórcze takie jak:

Tc-99m o aktywności do 20 GBq;

I-131 o aktywności do 10 GBq;

Y-90 o aktywności do 100 GBq;

Sr-89 o aktywności do 100 GBq;

Sm-153 o aktywności do 100 GBq;

Ra-223 o aktywności do 1 GBq.

W/w źródła stosowane będą w diagnostyce i terapii.

#### **5.1. Klasa pracowni.**

Klasę pracowni ustalono na podstawie załącznika nr 3 i nr 4 do Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) korzystając z danych i wzorów tam zawartych.

Klasę pracowni obliczono według wzoru:

$$A = A_1 + 0.1 A_2 + 0.01 A_3 + 0.001 A_4$$

gdzie  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$  stosowana jednocześnie maksymalna aktywność izotopów 1, 2, 3 lub 4 grupy.

Uzyskana wartość na podstawie załącznika nr 4 w/w rozporządzenia pozwala zaliczyć pracownię do klasy II.

#### **5.2. Postępowanie z otwartymi źródłami promieniotwórczymi.**

Otwarte źródła promieniotwórcze stosowane w diagnostyce i terapii wymienione w pkt.5 będą dostarczane do pracowni w zależności od potrzeb.

Dostawcą źródeł promieniotwórczych będą firmy posiadające wymagane zezwolenia Prezesa PAA na obrót i transport materiałów promieniotwórczych.



Każdorazowo, przed podaniem pacjentowi radiofarmaceutyku należy zmierzyć aktywność przepisaną przez lekarza nadzorującego. Radiofarmaceutyk podawany jest z uwzględnieniem wagi ciała pacjenta.

W leczeniu ambulatoryjnym jodem-131 podana aktywność jednorazowa nie powinna przekraczać 800 MBq. Jeżeli dojdzie do przekroczenia aktywności pacjent może być zwolniony ze szpitala po spadku aktywności w ciele poniżej 800 MBq. (R.M.Z Dz.U.194 poz.1625)

Otwarte źródła promieniotwórcze na terenie Kliniki Endokrynologii, Diabetologii i Leczenia Izotopami Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego we Wrocławiu przechowywane będą w magazynie źródeł promieniotwórczych, mieszczącym się w pomieszczeniu nr 00/12.

Pomieszczenie magazynu źródeł promieniotwórczych opisano w osobnej dokumentacji.

W pracowni izotopowej wszelkie prace ze źródłami promieniotwórczymi odbywać się będą w komorze laminarnej oraz za murkiem z cegieł ołowianych. Ponadto w pracowni Źródła promieniotwórcze umieszczone będą w pojemnikach osłonnych:

- Generator Tc-99m o aktywności 20 GBq w pojemniku osłonny 5 mm Pb wg. danych z NCBJ Polatom umieszczony w komorze laminarnej o osłonach grubości 10 mm Pb;
- I-131 – 10 kapsulek o aktywności 800 MBq każda w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb ustawione za murkiem z cegieł ołowianych o grubości 4 cm Pb;
- Y-90 o aktywności do 100 GBq w pojemnikach osłonnych na strzykawkę – szkło akrylowe 5 mm Pb + wolfram 2 mm + pojemnik ołowiany 8 mm;
- Sr-89 o aktywności 100 do GBq w pojemnikach osłonnych na strzykawkę – szkło akrylowe 5 mm Pb + wolfram 2 mm + pojemnik ołowiany 8 mm;
- Sm-153 o aktywności do 100 GBq w pojemnikach osłonnych na strzykawkę – szkło akrylowe 5 mm Pb + wolfram 2 mm + pojemnik ołowiany 8 mm.

W pracowni prowadzona będzie ewidencja stanu i ruchu źródeł zgodnie z załącznikiem 7 i 8 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 140, poz. 994).

## **6. Dokumentacja pracowni.**

Dokumentacja pracowni zawierać będzie:

- Zezwolenie na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na promieniowanie jonizujące;
- Program zapewnienia jakości w zakresie ochrony radiologicznej zgodnie z art. 7 ust.2 ustawy z 29 listopada 2000 r. – Prawo atomowe (Dz. U. z 2018 r., poz. 792);
- Regulamin pracy zgodnie z Kodeksem pracy;
- Instrukcje pracy ze źródłami promieniowania jonizującego oraz z odpadami promieniotwórczymi, ustalające szczegółowe postępowanie w zakresie ochrony radiologicznej;



- Zakładowy plan postępowania awaryjnego zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 20 lutego 2007 r. (Dz. U. nr 31, poz.912);
- Rejestr pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy oraz rejestr dawek indywidualnych;
- Wykaz pracowników wykonujących pracę w pracowni, z podziałem na kategorię A i B;
- Instrukcje postępowania przeznaczoną dla pacjentów, którym podano substancję promieniotwórczą;
- Ewidencję źródeł i odpadów promieniotwórczych.

## II. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA.

### 1. 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:

#### 1.1.1. Osłony przed promieniowaniem $\gamma$ .

**Krotność k osłabienia promieniowania przez osłonę.**

$$k = \frac{\Gamma \times A \times t}{D \times l^2}$$

gdzie:

$\Gamma$ -równoważna wartość stałej ekspozycyjnej, wyrażona w ( $cGy \times m^2 \times s^{-1} \times GBq^{-1}$ )

A-aktywność źródła w GBq;

t-czas narażenia osób przebywających za osłoną;

D-dawka tygodniowa w cGy;

l- najmniejsza odległość od źródła promieniowania od miejsca osłanianego.

#### 1.1.2. Osłony przed promieniowaniem $\beta$ .

Minimalna grubość osłony  $a_{min}$ , która całkowicie pochłonie promieniowanie  $\beta$ :

$$R_{max} = a_{min}$$

Zasięg maksymalny promieniowania  $\beta$ :

$$R_{max}\left(\frac{g}{cm^2}\right) = a_{min} \times \rho$$

Stąd minimalna grubość osłony, która całkowicie pochłonie promieniowanie  $\beta$ :





$$a_{min} = \frac{R_{max}}{\rho}$$

### 1.1.3. 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:

**20 mSv/rok – 0.4 mSv/tydz. – 0.0348 cGy/tydz;**

Dla osób z ogółu ludności:

**1 mSv/rok – 0.02 mSv/tydz. – 0.00174 cGy/tydz;**

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) do obliczeń przyjęto następujące wartości dawek:

Dla pomieszczeń sąsiadujących (budynki nie mieszkalne):

**0.3 mSv/rok – 0.006 mSv/tydz. – 0.000522 cGy/tydz**

Dla pomieszczeń sąsiadujących (budynki mieszkalne):

**0.1 mSv/rok – 0.002 mSv/tydz.- 0.000174 cGy/tydz.**

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

$$t = T \times U \times t_0$$

w którym:

T- współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu;

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

t<sub>0</sub>- 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 (miejsca 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**

## **POMIESZCZENIE PRZYGOTOWANIA RADIOFARMACEUTYKÓW – 00/11**

### **Lokalizacja:**

- przyziemie;
- Pomieszczenie 00/11 – projekt budowlany – zał. 1;
- Pomieszczenie sąsiaduje z :
  - Ściana A1 – podwórze, okno;
  - Ściana D – magazyn źródeł promieniotwórczych (00/12), drzwi;
  - Ściana C1 – poczekalnia 3;
  - Ściana E – pom. leczenia dużymi dawkami - pokój podawczy (00/10), drzwi,
  - Strop – pracownia cytometrii przepływowej;
  - Podłoga – ziemia – brak pomieszczeń.

Powierzchnia pomieszczenia przygotowania radiofarmaceutyków 12.02 m<sup>2</sup>, wysokość 3.22 m.

### **Wentylacja:**

Pomieszczenie wyposażone w wentylację mechaniczną nawiewno-wyciągową gwarantującą:

- 3 – krotną wymianę powietrza w ciągu godziny,
- Przepływ powietrza w kierunku pomieszczeń, w których istnieje większe prawdopodobieństwo powstania skażeń promieniotwórczych,
- Ruch powietrza, który zapobiega rozprzestrzenianiu się skażeń promieniotwórczych,
- Wyrzut powietrza na wysokości 1 m ponad kalenicą budynku pracowni izotopowej klasy II i budynku sąsiadującego;

### **Obliczenia:**

**Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia od Tc-99 m.**

$$t = T \times U \times t_0$$

$t_0 = 168$  h



$$1) T=1 \quad U=1;$$

$$t = 1 \times 1 \times 168 \text{ h/tydz} = 168h$$

$$2) T= 0.25 \quad U=1;$$

$$t = 0.25 \times 1 \times 168 \text{ h/tydz} = 42h$$

$$3) T=0.05 \quad U=1;$$

$$t = 0.05 \times 1 \times 168 \text{ h/tydz} = 8.4h$$

**Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia od I-131 .**

$$t = T \times U \times t_0$$

$$t_0 = 4 \text{ h}$$

$$1) T=1 \quad U=1;$$

$$t = 1 \times 1 \times 4 \text{ h/tydz} = 4h$$

$$2) T= 0.25 \quad U=1;$$

$$t = 0.25 \times 1 \times 4 \text{ h/tydz} = 1h$$

$$3) T=0.05 \quad U=1;$$

$$t = 0.05 \times 1 \times 4 \text{ h/tydz} = 0.2 \text{ h}$$

### Ściana A1 – podwórze, okno

**Tc-99 m (w pojemniku osłonnym 5 mm Pb umieszczony w komorze laminarnej o zastosowanych osłonach 10 mm Pb)**

$$A = 20 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 8.4 \text{ h/tyg}$$

$$l = 0.8 \text{ m}$$

$$T=0.05$$

$$X_{\text{Pb}} = 15 \text{ mm zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001 } k = 10^6$$

$$X_{\text{cegły}} = 64 \text{ cm cegły pełnej} = 53 \text{ cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001 } k = 10^6$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 20 \times 8.4}{10^{12} \times 0.8^2} = \frac{0.235}{64 \times 10^{10}} = 3.67 \times 10^{-13} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}} \cdot 1$$

Ściana A1 wykonana z cegły pełnej o grubości 64 cm i gęstości 1.9 g/cm<sup>3</sup> stanowi wystarczającą osłonę.



**I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb umieszczone w komorze laminarnej o grubości osłon 10 mm Pb)**

$$A=10 \text{ GBq}$$

$$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 0.2 \text{ h/tyg}$$

$$l = 0.8 \text{ m}$$

$$T=0.05$$

$$X_{\text{pb}}= 2.5 \text{ cm Pb}$$

$X_{\text{sciany}}= 64 \text{ cm}$  cegła pełna - co odpowiada 53 cm betonu

$k_{\text{Pb}}= 200$  zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001

$k_{\text{bet}} = 2000$  zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 10 \times 0.2}{400000 \times 0.8^2} = \frac{0.0108}{256000} = 4.22 \times 10^{-8} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$

**WNIOSKI:**

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym ściana A1 wykonana z cegły pełnej o grubości 64 cm i gęstości  $1.9 \text{ g/cm}^3$  nie potrzebuje dodatkowej osłony. Okno w przyziemiu zabezpieczone kratami antywłamaniowymi. Nie ma możliwości przebywania osób za oknem.

**Ściana C1 – poczekalnia pacjentów nr 3**

**Tc-99 m (w pojemniku osłonnym 5 mm Pb umieszczony w komorze laminarnej o zastosowanych osłonach 10 mm Pb)**

$$A = 20 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 42 \text{ h/tyg}$$

$$l = 3 \text{ m}$$

$$T=0.25$$



$X_{Pb} = 15 \text{ mm}$  zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001  $k = 10^6$

$X_{cegły} = 12 \text{ cm}$  cegły pełnej = 10 cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001  $k = 50$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 20 \times 42}{5 \times 10^7 \times 3^2} = \frac{1.176}{45 \times 10^7} = 2.61 \times 10^{-9} \frac{cGy}{tydz}$$

Projektowana ściana C1 wykonana z cegły pełnej o grubości 12 cm i gęstości  $1.9 \text{ g/cm}^3$  stanowi wystarczającą osłonę.

### **I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb w komorze laminarnej o grubości osłon 10 mm Pb)**

$A=10 \text{ GBq}$

$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$

$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$

$E=0.4 \text{ MeV}$

$t= 1 \text{ h/tyg}$

$l = 3 \text{ m}$

$T=0.25$

$X_{pb}= 2.5 \text{ cm Pb}$

$X_{sciany}= 12 \text{ cm}$  cegła pełna - co odpowiada 10 cm betonu

$k_{Pb}= 200$  zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001

$k_{bet} = 1.5$  zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 10 \times 1}{300 \times 3^2} = \frac{0.054}{2700} = 0.00002 \frac{cGy}{tydz}$$

### **WNIOSKI:**

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym projektowana ściana C1 wykonana z cegły pełnej o grubości 12 cm i gęstości  $1.9 \text{ g/cm}^3$  nie potrzebuje dodatkowej osłony.

### Ściana D – magazyn źródeł promieniotwórczych, drzwi

**Tc-99 m (w pojemniku osłonnym 5 mm Pb umieszczony w komorze laminarnej o zastosowanych osłonach 10 mm Pb)**

$$A = 20 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 42 \text{ h/tyg}$$

$$l = 1 \text{ m}$$

$$T=0.25$$

$$X_{\text{Pb}} = 15 \text{ mm zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001 } k = 10^6$$

$$X_{\text{cegły}} = 12 \text{ cm cegły pełnej} = 10 \text{ cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001 } k = 50$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 20 \times 42}{5 \times 10^7 \times 1^2} = \frac{1.176}{5 \times 10^7} = 2.35 \times 10^{-8} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}} 1$$

Projektowana ściana D wykonana z cegły pełnej o grubości 12 cm i gęstości 1.9 g/cm<sup>3</sup> stanowi wystarczającą osłonę.

**I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb w komorze laminarnej o grubości osłon 10 mm Pb)**

$$A=10 \text{ GBq}$$

$$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 1 \text{ h/tyg}$$

$$l = 1 \text{ m}$$

$$T=0.25$$

$$X_{\text{pb}}=2.5 \text{ cm Pb}$$

$$X_{\text{ściany}}= 12 \text{ cm cegła pełna - co odpowiada 10 cm betonu}$$

$$k_{\text{Pb}}= 200 \text{ zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001}$$

$$k_{\text{bet}} = 1.5 \text{ zgodnie z tab. 15 PN - 86/J-80001}$$



$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 10 \times 1}{300 \times 1^2} = \frac{0.054}{300} = 0.00018 \frac{cGy}{tydz}$$

Projektowana ściana D o grubości 12 cm wykonana z cegły pełnej o gęstości 1.9 g/cm<sup>3</sup> stanowi wystarczającą osłonę.

## DRZWI

**Tc-99 m (w pojemniku osłonnym 5 mm Pb umieszczony w komorze laminarnej o zastosowanych osłonach 10 mm Pb)**

$$A = 20 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 42 \text{ h/tyg}$$

$$l = 1 \text{ m}$$

$$T=0.25$$

$$X_{\text{Pb}} = 15 \text{ mm zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001 } k = 10^6$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 20 \times 42}{10^6 \times 1^2} = \frac{1.176}{10^6} = 0.0000012 \frac{cGy}{tydz}$$

Drzwi zabezpieczono 0.1 mm Pb.

**I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb w komorze laminarnej o grubości osłon 10 mm Pb)**

$$A=10 \text{ GBq}$$

$$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 1 \text{ h/tyg}$$

$$l = 1 \text{ m}$$

$$T=0.25$$

$$X_{\text{pb}}=2.5 \text{ cm Pb}$$



$k_{Pb} = 200$  zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 10 \times 1}{200 \times 1^2} = \frac{0.054}{200} = 0.00027 \frac{cGy}{tydz}$$

### WNIOSKI:

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym projektowana ściana D wykonana z cegły pełnej o grubości 12 cm i gęstości  $1.9 \text{ g/cm}^3$  nie potrzebuje dodatkowej osłony. Drzwi zabezpieczono  $0.1 \text{ mm Pb}$ .

### Ściana E – pom. leczenia dużymi dawkami – pom. podawcze, drzwi

**Tc-99 m (w pojemniku osłonnym 5 mm Pb umieszczony w komorze laminarnej o zastosowanych osłonach 10 mm Pb)**

$$A = 20 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 168 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2.9 \text{ m}$$

$$T = 1$$

$$X_{Pb} = 15 \text{ mm zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001 } k = 10^6$$

$$X_{cegly} = 12 \text{ cm cegły pełnej} = 10 \text{ cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001 } k = 50$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 20 \times 168}{5 \times 10^7 \times 2.9^2} = \frac{4.704}{420500000} = 1.12 \times 10^{-8} \frac{cGy}{tydz}$$

Projektowana ściana E wykonana z cegły pełnej o grubości 12 cm i gęstości  $1.9 \text{ g/cm}^3$  stanowi wystarczającą osłonę.

**I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb w komorze laminarnej o grubości osłon 10 mm Pb)**

$$A = 10 \text{ GBq}$$





$$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 4 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2.9 \text{ m}$$

$$T=1$$

$$X_{\text{pb}}=2.5 \text{ cm Pb}$$

$X_{\text{sciany}}= 12 \text{ cm}$  cegła pełna - co odpowiada 10 cm betonu

$k_{\text{pb}}= 200$  zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001

$k_{\text{bet}} = 1.5$  zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 10 \times 4}{300 \times 2.9^2} = \frac{0.216}{2523} = 0.000086 \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$

Projektowana ściana E o grubości 12 cm wykonana z cegły pełnej o gęstości 1.9 g/cm<sup>3</sup> stanowi wystarczającą osłonę.

## DRZWI

**Tc-99 m (w pojemniku osłonnym 5 mm Pb umieszczony w komorze laminarnej o zastosowanych osłonach 10 mm Pb)**

$$A = 20 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 168 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2.9 \text{ m}$$

$$T = 1$$

$$X_{\text{Pb}} = 15 \text{ mm}$$
 zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001  $k = 10^6$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 20 \times 168}{10^6 \times 2.9^2} = \frac{4.704}{8410000} = 5.5 \times 10^{-7} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$

Drzwi zabezpieczono 0.1 mm Pb.



**I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb w komorze laminarnej o grubości osłon 10 mm Pb)**

$$A=10 \text{ GBq}$$

$$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 4 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2.9 \text{ m}$$

$$T= 1$$

$$X_{\text{pb}}=2.5 \text{ cm Pb}$$

$$k_{\text{pb}}= 200 \text{ zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001}$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 10 \times 4}{200 \times 2.9^2} = \frac{0.216}{1682} = 0.00013 \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$

**WNIOSKI:**

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym projektowana ściana E wykonana z cegły pełnej o grubości 12 cm i gęstości 1.9 g/cm<sup>3</sup> nie potrzebuje dodatkowej osłony. Drzwi zabezpieczono 0.1 mm Pb.

**Strop (gabinet)**

**Tc-99 m (w pojemniku osłonowym 5 mm Pb umieszczony w komorze laminarnej o zastosowanych osłonach 10 mm Pb)**

$$A = 20 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 168 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2.5 \text{ m}$$

$$T=1$$

$$X_{\text{Pb}} = 15 \text{ mm zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001 } k = 10^6$$

$$X_{\text{betonu}} = 3 \text{ cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001 } k = 1.5$$



$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 20 \times 168}{1.5 \times 10^6 \times 2.5^2} = \frac{4.704}{9375000} = 5.02 \times 10^{-7} \frac{cGy}{tydz} \cdot 1$$

**I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb w komorze laminarnej o grubości osłon 10 mm Pb)**

A=10 GBq

D=0.000522 cGy/tydz

$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} cGy \times m^2 \times h^{-1} \times GBq^{-1}$

E=0.4 MeV

t= 4h/tyg

l = 2.5 m

T=1

X<sub>Pb</sub>=2.5 cm Pb

X<sub>ściany</sub>= 3 cm betonu

k<sub>Pb</sub>= 200 zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001

k<sub>bet</sub> = 1.5 zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 10 \times 4}{300 \times 2.5^2} = \frac{0.216}{1875} = 0.00011 \frac{cGy}{tydz}$$

**WNIOSKI:**

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych przechowywanych w magazynie źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym strop typu Ackerman o grubości 18 cm + nadbeton o grubości 3 cm + posadzka nie potrzebuje dodatkowej osłony.

**POMIESZCZENIE LECZENIA DUŻYMI DAWKAMI**

**Lokalizacja:**

- przyziemie;
- Pomieszczenie nr 00/10 – projekt budowlany – zał. 1;
- Pomieszczenie sąsiaduje z :



Ściana A2 – podwórze, okno;

Ściana F – podwórze, okno;

Ściana E – pom. przygotowania radiofarmaceutyków, drzwi

Ściana C2 – śluza dozymetryczna, drzwi

Strop – pracownia cytometrii przepływowej;

Podłoga – brak pomieszczeń, ziemia

Powierzchnia pokoju podawczego 21.56 m<sup>2</sup>, wysokość 3.2 m.

### Wentylacja:

Pomieszczenie wyposażone w wentylację mechaniczną nawiewno-wyciągową gwarantującą:

- 3 – krotną wymianę powietrza w ciągu godziny,
- Przepływ powietrza w kierunku pomieszczeń, w których istnieje większe prawdopodobieństwo powstania skażeń promieniotwórczych,
- Ruch powietrza, który zapobiega rozprzestrzenianiu się skażeń promieniotwórczych,
- Wyrzut powietrza na wysokości 1 m ponad kalenicą budynku pracowni izotopowej klasy II i budynku sąsiadującego;

### Obliczenia:

**Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia od Tc-99 m.**

$$t = T \times U \times t_0$$

$t_0 = 5 \text{ h}$

1)  $T=1 \quad U=1;$

$$t = 1 \times 1 \times 5 \text{ h/tydz} = 5h$$

2)  $T= 0.25 \quad U=1;$

$$t = 0.25 \times 1 \times 5 \text{ h/tydz} = 1.25h$$

3)  $T=0.05 \quad U=1;$

$$t = 0.05 \times 1 \times 5 \text{ h/tydz} = 0.25h$$

**Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia od I-131.**

$$t = T \times U \times t_0$$

$t_0 = 10 \text{ min} = 0.166 \text{ h}$

1)  $T=1 \quad U=1;$

$$t = 1 \times 1 \times 0.166 \text{ h/tydz} = 0.166h$$

2)  $T= 0.25 \quad U=1;$

$$t = 0.25 \times 1 \times 0.166 \text{ h/tydz} = 0.0415h$$



$$3) T=0.05 \quad U=1;$$

$$t = 0.05 \times 1 \times 0.166 \text{ h/tydz} = 0.0083 \text{ h}$$

### Ściana A2 – podwórze, okno

**Tc-99 m (10 strzykawkę każda o aktywności 900 MBq w osłonce wolframowej 2 mm i pojemniku ołowianym 3.2 mm Pb)**

$$A = 9 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

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

$$l = 0.8 \text{ m}$$

$$T=0.05$$

$$X_{\text{Pb}} = 3.2 \text{ mm zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001 } k = 20$$

$$X_{\text{wolfram}} = 2 \text{ mm zgodnie z tab. 18 PN-86/J-80001 } k = 10$$

$$X_{\text{cegły}} = 64 \text{ cm cegły pełnej odpowiada 53 cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001 } k=10^6$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 9 \times 0.25}{2 \times 10^8} = \frac{0.00315}{9375000} = 1.57 \times 10^{-11} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$

**I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb )**

$$A=0.8 \text{ GBq}$$

$$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 0.0083\text{h/tyg}$$

$$l = 0.8 \text{ m}$$

$$T=0.05$$

$$X_{\text{pb}}=1.5 \text{ cm Pb}$$

$$X_{\text{ściany}}= 64 \text{ cm cegły pełnej} = 53 \text{ cm betonu}$$

$$k_{\text{Pb}}= 20 \text{ zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001}$$

$$k_{\text{bet}} = 2000 \text{ zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001}$$



$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 0.0083}{40000 \times 0.8^2} = \frac{0.000036}{25600} = 1.4 \times 10^{-9} \frac{cGy}{tydz}$$

### WNIOSKI:

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym ściana A2 o grubości 64 cm cegły pełnej o gęstości  $1.9 \text{ g/cm}^3$  nie potrzebuje dodatkowej osłony. Okno zabezpieczone kratami antywłamaniowymi znajduje się w przyziemiu. Nie ma możliwości przebywania osób za oknem.

### Ściana F – podwórze, okno

**Tc-99 m (10 strzykawkę każda o aktywności 900 MBq w osłonce wolframowej 2 mm i pojemniku ołowianym 3.2 mm Pb)**

$$A = 9 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

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

$$l = 0.8 \text{ m}$$

$$T=0.05$$

$$X_{\text{Pb}} = 3.2 \text{ mm zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001 } k = 20$$

$$X_{\text{wolfram}} = 2 \text{ mm zgodnie z tab. 18 PN-86/J-80001 } k = 10$$

$$X_{\text{cegły}} = 64 \text{ cm cegły pełnej odpowiada 53 cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001 } k = 10^6$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 9 \times 0.25}{2 \times 10^8} = \frac{0.00315}{9375000} = 1.57 \times 10^{-11} \frac{cGy}{tydz} \cdot 1$$

**I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb )**

$$A = 0.8 \text{ GBq}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E = 0.4 \text{ MeV}$$



$$t = 0.0083 \text{ h/tyg}$$

$$l = 0.8 \text{ m}$$

$$T = 0.05$$

$$X_{\text{pb}} = 1.5 \text{ cm Pb}$$

$$X_{\text{ściany}} = 64 \text{ cm cegły pełnej} = 53 \text{ cm betonu}$$

$$k_{\text{pb}} = 20 \text{ zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001}$$

$$k_{\text{bet}} = 2000 \text{ zgodnie z tab. 15 PN - 86/J-80001}$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 0.0083}{40000 \times 0.8^2} = \frac{0.000036}{25600} = 1.4 \times 10^{-9} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$

### **WNIOSKI:**

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym ściana F o grubości 64 cm cegły pełnej o gęstości  $1.9 \text{ g/cm}^3$  nie potrzebuje dodatkowej osłony. Okno zabezpieczone kratami antywłamaniowymi znajduje się w przyziemiu. Nie ma możliwości przebywania osób za oknem.

### **Ściana E – pom. przygotowania radiofarmaceutyków, okienko, drzwi**

**Tc-99 m (10 strzykawkę każda o aktywności 900 MBq w osłonce wolframowej 2 mm i pojemniku ołowianym 3.2 mm Pb)**

$$A = 9 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 5 \text{ h/tyg}$$

$$l = 0.4 \text{ m}$$

$$T = 1$$

$$X_{\text{pb}} = 3.2 \text{ mm zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001 } k = 20$$

$$X_{\text{wolfram}} = 2 \text{ mm zgodnie z tab. 18 PN-86/J-80001 } k = 10$$

$$X_{\text{cegły}} = 12 \text{ cm cegły pełnej odpowiada 10 cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001 } k = 50$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$



$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 9 \times 5}{10000 \times 0.4^2} = \frac{0.063}{1600} = 0.000039 \frac{cGy}{tydz} 1$$

### I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb )

$$A=0.8 \text{ GBq}$$

$$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times m^2 \times h^{-1} \times GBq^{-1}$$

$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 0.166 \text{ h/tyg}$$

$$l = 0.4 \text{ m}$$

$$T= 1$$

$$X_{pb}=1.5 \text{ cm Pb}$$

$$X_{sciany}= 12 \text{ cm cegły pełnej} = 10 \text{ cm betonu}$$

$$k_{pb}= 20 \text{ zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001}$$

$$k_{bet} = 1.5 \text{ zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001}$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 0.166}{30 \times 0.4^2} = \frac{0.00072}{4.8} = 0.00015 \frac{cGy}{tydz}$$

### DRZWI I OKIENKO

#### Tc-99 m (10 strzykawek każda o aktywności 900 MBq w osłonce wolframowej 2 mm i pojemniku ołowianym 3.2 mm Pb)

$$A = 9 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times m^2 \times s^{-1} \times GBq^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 5 \text{ h/tyg}$$

$$l = 0.4 \text{ m}$$

$$T= 1$$

$$X_{Pb} = 4.2 \text{ mm zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001 } k = 50$$

$$X_{wolfram}=2 \text{ mm zgodnie z tab. 18 PN-86/J-80001 } k= 10$$





$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 9 \times 5}{500 \times 0.4^2} = \frac{0.063}{80} = 0.00079 \frac{cGy}{tydz}$$

**I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb )**

A=0.8 GBq

D=0.000522 cGy/tydz

$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} cGy \times m^2 \times h^{-1} \times GBq^{-1}$

E=0.4 MeV

t= 0.166 h/tyg

l = 0.4 m

T= 1

X<sub>Pb</sub>=1.6 cm Pb

k<sub>Pb</sub>= 20 zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 0.166}{30 \times 0.4^2} = \frac{0.00072}{4.8} = 0.00015 \frac{cGy}{tydz}$$

**WNIOSKI:**

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym ściana E o grubości 12 cm cegły pełnej o gęstości 1.9 g/cm<sup>3</sup> nie potrzebuje dodatkowej osłony.

Okienko podawcze wykonane ze szkła ołowiowego o współczynniku ołowiu 1 mm Pb. Drzwi zabezpieczono 1 mm Pb.

**Ściana C2 – śluza dozymetryczna, drzwi**

**Tc-99 m (10 strzykawek każda o aktywności 900 MBq w osłonce wolframowej 2 mm i pojemniku ołowianym 3.2 mm Pb)**

A = 9 GBq

$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} cGy \times m^2 \times s^{-1} \times GBq^{-1}$

D = 0.000522cGy/tydz

E = 0.1 MeV

t = 0.25 h/tyg



$l = 3 \text{ m}$

$T = 0.05$

$X_{\text{Pb}} = 3.2 \text{ mm}$  zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001  $k = 20$

$X_{\text{wolfram}} = 2 \text{ mm}$  zgodnie z tab. 18 PN-86/J-80001  $k = 10$

$X_{\text{cegły}} = 12 \text{ cm}$  cegły pełnej odpowiada 10 cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001  $k = 50$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 9 \times 0.25}{10000 \times 3^2} = \frac{0.0032}{90000} = 3.6 \times 10^{-8} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}} \text{ 1}$$

### **I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb )**

$A = 0.8 \text{ GBq}$

$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$

$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$

$E = 0.4 \text{ MeV}$

$t = 0.0083 \text{ h/tyg}$

$l = 3 \text{ m}$

$T = 0.05$

$X_{\text{pb}} = 1.5 \text{ cm Pb}$

$X_{\text{ściany}} = 12 \text{ cm}$  cegły pełnej = 10 cm betonu

$k_{\text{Pb}} = 20$  zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001

$k_{\text{bet}} = 1.5$  zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 0.0083}{30 \times 3^2} = \frac{0.000036}{270} = 1.34 \times 10^{-7} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$

### **DRZWI**

**Tc-99 m (10 strzykawkę każda o aktywności 900 MBq w osłonce wolframowej 2 mm i pojemniku ołowianym 3.2 mm Pb)**

$A = 9 \text{ GBq}$

$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$

$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$



$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

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

$$l = 3 \text{ m}$$

$$T = 0.05$$

$$X_{\text{Pb}} = 4.2 \text{ mm zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001 } k = 50$$

$$X_{\text{wolfram}} = 2 \text{ mm zgodnie z tab. 18 PN-86/J-80001 } k = 10$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 9 \times 0.25}{500 \times 3^2} = \frac{0.00315}{4500} = 7 \times 10^{-7} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}} \cdot 1$$

### **I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb )**

$$A = 0.8 \text{ GBq}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E = 0.4 \text{ MeV}$$

$$t = 0.0083 \text{ h/tyg}$$

$$l = 3 \text{ m}$$

$$T = 0.05$$

$$X_{\text{pb}} = 1.5 \text{ cm Pb}$$

$$k_{\text{pb}} = 20 \text{ zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001}$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 0.0083}{20 \times 3^2} = \frac{0.000036}{180} = 2 \times 10^{-7} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$

### **WNIOSKI:**

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym ściana C2 o grubości 12 cm cegły pełnej o gęstości 1.9 g/cm<sup>3</sup> nie potrzebuje dodatkowej osłony. Drzwi zabezpieczono 0.1 mm Pb.

### Ściana C3 – magazyn odpadów promieniotwórczych

**Tc-99 m (10 strzykawek każda o aktywności 900 MBq w osłonce wolframowej 2 mm i pojemniku ołowianym 3.2 mm Pb)**

$$A = 9 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

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

$$l = 3 \text{ m}$$

$$T = 0.05$$

$$X_{\text{Pb}} = 3.2 \text{ mm zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001 } k = 20$$

$$X_{\text{wolfram}} = 2 \text{ mm zgodnie z tab. 18 PN-86/J-80001 } k = 10$$

$$X_{\text{cegły}} = 12 \text{ cm cegły pełnej odpowiada 10 cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001 } k = 50$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 9 \times 0.25}{10000 \times 3^2} = \frac{0.0032}{90000} = 3.6 \times 10^{-8} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}} \cdot 1$$

**I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb )**

$$A = 0.8 \text{ GBq}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E = 0.4 \text{ MeV}$$

$$t = 0.0083 \text{ h/tyg}$$

$$l = 3 \text{ m}$$

$$T = 0.05$$

$$X_{\text{pb}} = 1.5 \text{ cm Pb}$$

$$X_{\text{ściany}} = 12 \text{ cm cegły pełnej} = 10 \text{ cm betonu}$$

$$k_{\text{pb}} = 20 \text{ zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001}$$

$$k_{\text{bet}} = 1.5 \text{ zgodnie z tab. 15 PN - 86/J-80001}$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 0.0083}{30 \times 3^2} = \frac{0.000036}{270} = 1.34 \times 10^{-7} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$



## WNIOSKI:

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym ściana C3 o grubości 12 cm cegły pełnej o gęstości  $1.9 \text{ g/cm}^3$  nie potrzebuje dodatkowej osłony.

### Strop – pracownia cytometrii przepływowej

**Tc-99 m (10 strzykawkę każda o aktywności 900 MBq w osłonce wolframowej 2 mm i pojemniku ołowianym 3.2 mm Pb)**

$$A = 9 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 5 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2 \text{ m}$$

$$T = 1$$

$$X_{\text{Pb}} = 3.2 \text{ mm zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001 } k = 20$$

$$X_{\text{wolfram}} = 2 \text{ mm zgodnie z tab. 18 PN-86/J-80001 } k = 10$$

$$X_{\text{betonu}} = 3 \text{ cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001 } k = 1.5$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 9 \times 5}{300 \times 2^2} = \frac{0.063}{1200} = 0.000053 \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$

**I-131 (kapsułki w pojemniku P15KN o grubości 15 mm Pb )**

$$A = 0.8 \text{ GBq}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E = 0.4 \text{ MeV}$$

$$t = 0.166 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2 \text{ m}$$

$$T = 1$$

$$X_{\text{pb}} = 1.5 \text{ cm Pb}$$

$$X_{\text{betonu}} = 3 \text{ cm betonu}$$



$k_{Pb} = 20$  zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001

$k_{bet} = 1.5$  zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 0.166}{30 \times 2^2} = \frac{0.00072}{120} = 0.000006 \frac{cGy}{tydz}$$

### **WNIOSKI:**

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych przechowywanych w magazynie źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym strop typu Ackerman o grubości 18 cm + nadbeton o grubości 3 cm + posadzka nie potrzebuje dodatkowej osłony.

## **GABINET ZABIEGOWY**

### **Lokalizacja:**

- przyziemie;
- Pomieszczenie nr 00/09 – projekt budowlany – zał. 1;
- Pomieszczenie sąsiaduje z :
  - Ściana B1- podwórze, okno;
  - Ściana C – magazyn źródeł promieniotwórczych;
  - Ściana D1 – poczekalnia 3, drzwi;
  - Ściana J – pomieszczenie socjalne;
  - Strop – gabinet;
  - Podłoga – brak pomieszczeń

Powierzchnia 14.45 m<sup>2</sup>, wysokość 3.2 m.

### **Wentylacja:**

Pomieszczenie wyposażone w wentylację mechaniczną nawiewno-wyciągową gwarantującą:

- 3 – krotną wymianę powietrza w ciągu godziny,
- Przepływ powietrza w kierunku pomieszczeń, w których istnieje większe prawdopodobieństwo powstania skażeń promieniotwórczych,
- Ruch powietrza, który zapobiega rozprzestrzenianiu się skażeń promieniotwórczych,
- Wyrzut powietrza na wysokości 1 m ponad kalenicą budynku pracowni izotopowej klasy II i budynku sąsiadującego;



**Obliczenia:****Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia od Tc-99 m i I-131**

$$t = T \times U \times t_0$$

$$t_0 = 4 \text{ h}$$

$$1) T=1 \quad U=1;$$

$$t = 1 \times 1 \times 4 \text{ h/tydz} = 4 \text{ h}$$

$$2) T=0.25 \quad U=1;$$

$$t = 0.25 \times 1 \times 4 \text{ h/tydz} = 1 \text{ h}$$

$$3) T=0.05 \quad U=1;$$

$$t = 0.05 \times 1 \times 4 \text{ h/tydz} = 0.2 \text{ h}$$

**Ściana B1 – podwórze, okno****Tc-99 m (pacjent po podaniu Tc-99 m o aktywności 900 MBq)**

$$A = 0.9 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 0.2 \text{ h/tyg}$$

$$l = 1.5 \text{ m}$$

$$T=0.05$$

$X_{\text{cegły}} = 64 \text{ cm}$  cegły pełnej odpowiada  $53 \text{ cm}$  betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001  $k=10^6$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 0.9 \times 0.2}{10^6 \times 1.5^2} = \frac{0.000252}{2250000} = 1.12 \times 10^{-10} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}} \text{ 1}$$

**I-131 (pacjent po podaniu 800 MBq I-131)**

$$A=0.8 \text{ GBq}$$

$$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 0.2 \text{ h/tyg}$$

$$l = 1.5 \text{ m}$$

$$T=0.05$$



$X_{\text{ściany}} = 64 \text{ cm cegły pełnej} = 53 \text{ cm betonu}$

$k_{\text{bet}} = 2000$  zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 0.2}{2000 \times 1.5^2} = \frac{0.00086}{4500} = 1.9 \times 10^{-7} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$

### WNIOSKI:

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym ściana B1 o grubości 64 cm cegły pełnej o gęstości  $1.9 \text{ g/cm}^3$  nie potrzebuje dodatkowej osłony. Okno zabezpieczone kratami antywłamaniowymi znajduje się w przyziemiu. Nie ma możliwości przebywania osób za oknem.

### Ściana C – magazyn źródeł promieniotwórczych

#### Tc-99 m (pacjent po podaniu Tc-99 m o aktywności 900 MBq)

$$A = 0.9 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 0.2 \text{ h/tyg}$$

$$l = 3 \text{ m}$$

$$T = 0.05$$

$X_{\text{cegły}} = 12 \text{ cm cegły pełnej}$  odpowiada 10 cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001  $k=50$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 0.9 \times 0.2}{50 \times 3^2} = \frac{0.000252}{450} = 5.6 \times 10^{-7} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}} 1$$

#### I-131 (pacjent po podaniu 800 MBq I-131)

$$A = 0.8 \text{ GBq}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E = 0.4 \text{ MeV}$$





$$t = 0.2 \text{ h/tyg}$$

$$l = 3 \text{ m}$$

$$T = 0.05$$

$$X_{\text{ściany}} = 12 \text{ cm cegły pełnej} = 10 \text{ cm betonu}$$

$$k_{\text{bet}} = 1.5 \text{ zgodnie z tab. 15 PN - 86/J-80001}$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 0.2}{1.5 \times 3^2} = \frac{0.00086}{13.5} = 0.000064 \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$

### WNIOSKI:

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym ściana C o grubości 12 cm cegły pełnej o gęstości  $1.9 \text{ g/cm}^3$  nie potrzebuje dodatkowej osłony.

### Ściana J – pomieszczenie socjalne

#### Tc-99 m (pacjent po podaniu Tc-99 m o aktywności 900 MBq)

$$A = 0.9 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 1 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2.5 \text{ m}$$

$$T = 0.25$$

$$k = \frac{\Gamma \times A \times t}{D \times l^2}$$
$$k = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 0.9 \times 1}{0.000522 \times 2.5^2} = \frac{0.00126}{0.00326} = 0.4$$

#### I-131 (pacjent po podaniu 800 MBq I-131)

$$A = 0.8 \text{ GBq}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$



$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 1 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2.5 \text{ m}$$

$$T= 0.25$$

$$k = \frac{\Gamma \times A \times t}{D \times l^2}$$
$$k = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 1}{0.000522 \times 2.5^2} = \frac{0.0043}{0.00326} = 1.3$$

Wymagana osłona z ołowiu wynosi 2 mm Pb.

### **WNIOSKI:**

Ściana J wykonana z cegły dziurawki o grubości 10 cm została zabezpieczona 2 mm Pb.

### **Ściana D1 – poczekalnia, drzwi**

**Tc-99 m (pacjent po podaniu Tc-99 m o aktywności 900 MBq)**

$$A = 0.9 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 1 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2.5 \text{ m}$$

$$T=0.25$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 0.9 \times 1}{50 \times 2.5^2} = \frac{0.00126}{312.5} = 0.000004 \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}} 1$$

**I-131 (pacjent po podaniu 800 MBq I-131)**

$$A=0.8 \text{ GBq}$$

$$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 1 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2.5 \text{ m}$$

$$T=0.25$$



$X_{\text{sciany}} = 12 \text{ cm}$  cegły pełnej = 10 cm betonu

$k_{\text{bet}} = 1.5$  zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 1}{1.5 \times 2.5^2} = \frac{0.00432}{9.375} = 0.00046 \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$

## DRZWI

**Tc-99 m (pacjent po podaniu Tc-99 m o aktywności 900 MBq)**

$A = 0.9 \text{ GBq}$

$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$

$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$

$E = 0.1 \text{ MeV}$

$t = 1 \text{ h/tyg}$

$l = 2.5 \text{ m}$

$T = 0.25$

$$k = \frac{\Gamma \times A \times t}{D \times l^2}$$
$$k = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 0.9 \times 1}{0.000522 \times 2.5^2} = \frac{0.00126}{0.00326} = 0.4$$

**I-131 (pacjent po podaniu 800 MBq I-131)**

$A = 0.8 \text{ GBq}$

$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$

$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$

$E = 0.4 \text{ MeV}$

$t = 1 \text{ h/tyg}$

$l = 2.5 \text{ m}$

$T = 0.25$

$$k = \frac{\Gamma \times A \times t}{D \times l^2}$$
$$k = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 1}{0.000522 \times 2.5^2} = \frac{0.00432}{0.00326} = 1.3 \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$



## WNIOSKI:

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym przez ściany jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym ściana D1 o grubości 12 cm cegły pełnej o gęstości  $1.9 \text{ g/cm}^3$  nie potrzebuje dodatkowej osłony.

Drzwi zostały zabezpieczone 2 mm Pb.

### Strop - gabinet

#### Tc-99 m (pacjent po podaniu Tc-99 m o aktywności 900 MBq)

$$A = 0.9 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 4 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2.5 \text{ m}$$

$$T = 1$$

$$X_{\text{bet}} = 3 \text{ cm zgodnie z tab. 15 PN PN - 86/J-80001 } k=1.5$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 0.9 \times 4}{1.5 \times 2.5^2} = \frac{0.00504}{9.375} = 0.00054 \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}} \cdot 1$$

#### I-131 (pacjent po podaniu 800 MBq I-131)

$$A = 0.8 \text{ GBq}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E = 0.4 \text{ MeV}$$

$$t = 4 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2.5 \text{ m}$$

$$T = 1$$

$$X_{\text{stropu}} = 3 \text{ cm betonu}$$

$$k_{\text{bet}} = 1.5 \text{ zgodnie z tab. 15 PN - 86/J-80001}$$



$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 4}{1.5 \times 2.5^2} = \frac{0.0173}{9.375} = 0.0018 \frac{cGy}{tydz}$$

### WNIOSKI:

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych przechowywanych w magazynie źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym strop typu Ackerman o grubości 18 cm + nadbeton o grubości 3 cm + posadzka nie potrzebuje dodatkowej osłony.

### POCZEKALNIA 2 – poczekalnia gorąca

#### Lokalizacja:

- przyziemie;
- Pomieszczenie nr 00/17 – projekt budowlany – zał. 1;
- Pomieszczenie sąsiaduje z :

Ściana F2 – podwórze, okno;

Ściana K – toaleta;

Ściana L – korytarz, drzwi;

Ściana M – poczekalnia 1

Strop – pracownia EKG;

Podłoga – brak pomieszczeń, ziemia

Powierzchnia 28.38 m<sup>2</sup>, wysokość 3.2 m.

#### Obliczenia:

**Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia od Tc-99 m i I-131.**

$$t = T \times U \times t_0$$

$$t_0 = 2 \text{ h}$$

$$1) T=1 \quad U=1;$$

$$t = 1 \times 1 \times 2 \text{ h/tydz} = 2h$$

$$2) T=0.25 \quad U=1;$$

$$t = 0.25 \times 1 \times 2 \frac{h}{tydz} = 0.5h$$

$$3) T=0.05 \quad U=1;$$

$$t = 0.05 \times 1 \times 2 \text{ h/tydz} = 0.1h$$



## Ściana F2 – podwórze, okno

**Tc-99 m (pacjent po podaniu Tc-99 m o aktywności 900 MBq prognozuje się przebywanie w poczekalni jednocześnie około 5 pacjentów)**

$$A = 4.5 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 0.1 \text{ h/tyg}$$

$$l = 0.6 \text{ m}$$

$$T = 0.05$$

$X_{\text{cegły}} = 64 \text{ cm}$  cegły pełnej odpowiada  $53 \text{ cm}$  betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001  $k = 10^6$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 4.5 \times 0.1}{10^6 \times 0.6^2} = \frac{0.00063}{360000} = 1.75 \times 10^{-9} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}} \cdot 1$$

**I-131 (pacjent po podaniu 800 MBq I-131 prognozuje się jednoczesne przebywanie w poczekalni około 5 pacjentów)**

$$A = 4 \text{ GBq}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E = 0.4 \text{ MeV}$$

$$t = 0.1 \text{ h/tyg}$$

$$l = 0.6 \text{ m}$$

$$T = 0.05$$

$X_{\text{ściany}} = 64 \text{ cm}$  cegły pełnej =  $53 \text{ cm}$  betonu

$k_{\text{bet}} = 2000$  zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 4 \times 0.1}{2000 \times 0.6^2} = \frac{0.00216}{720} = 0.000003 \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$



## WNIOSKI:

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym ściana B1 o grubości 64 cm cegły pełnej o gęstości  $1.9 \text{ g/cm}^3$  nie potrzebuje dodatkowej osłony. Okno zabezpieczone kratami antywłamaniowymi znajduje się w przyziemiu. Nie ma możliwości przebywania osób za oknem.

### Ściana K - WC

**Tc-99 m (pacjent po podaniu Tc-99 m o aktywności 900 MBq, prognozuje się jednoczesne przebywanie 5 pacjentów)**

$$A = 4.5 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 0.5 \text{ h/tyg}$$

$$l = 0.8 \text{ m}$$

$$T=0.25$$

$$X_{\text{cegły}} = 40 \text{ cm cegły pełnej odpowiada } 33.4 \text{ cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001}$$
$$k=10^5$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 4.5 \times 0.5}{10^5 \times 0.8^2} = \frac{0.00315}{64000} = 4.9 \times 10^{-8} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}} \cdot 1$$

**I-131 (pacjent po podaniu 800 MBq I-131 prognozuje się jednoczesne przebywanie 5 pacjentów)**

$$A=4 \text{ GBq}$$

$$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 0.5 \text{ h/tyg}$$

$$l = 0.8 \text{ m}$$

$$T=0.25$$

$$X_{\text{ściany}} = 40 \text{ cm cegły pełnej} = 33.4 \text{ cm betonu}$$

$$k_{\text{bet}} = 80 \text{ zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001}$$



$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 4 \times 0.5}{80 \times 0.8^2} = \frac{0.0108}{51.2} = 0.00021 \frac{cGy}{tydz}$$

### WNIOSKI:

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym ściana K o grubości 40 cm cegły pełnej o gęstości 1.9 g/cm<sup>3</sup> nie potrzebuje dodatkowej osłony.

### Ściana L – korytarz, drzwi

#### Tc-99 m (pacjent po podaniu Tc-99 m o aktywności 900 MBq)

$$A = 4.5 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 0.5 \text{ h/tyg}$$

$$l = 1 \text{ m}$$

$$T=0.25$$

X<sub>cegły</sub> = 40 cm cegły pełnej odpowiada 33.3 cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001  
k=10<sup>5</sup>

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 4.5 \times 0.5}{10^5 \times 1^2} = \frac{0.00315}{10^5} = 3.15 \times 10^{-8} \frac{cGy}{tydz} 1$$

#### I-131 (pacjent po podaniu 800 MBq I-131 )

$$A=4 \text{ GBq}$$

$$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 0.5 \text{ h/tyg}$$

$$l = 1 \text{ m}$$





$$T=0.25$$

$X_{\text{ściany}} = 40 \text{ cm}$  cegły pełnej = 33.3 cm betonu

$k_{\text{bet}} = 80$  zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 4 \times 0.5}{80 \times 1^2} = \frac{0.0108}{80} = 0.000135 \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$

### **DRZWI:**

**Tc-99 m (pacjent po podaniu Tc-99 m o aktywności 900 MBq )**

$$A = 4.5 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 0.5 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2.5 \text{ m}$$

$$T=0.25$$

$$k = \frac{\Gamma \times A \times t}{D \times l^2}$$
$$k = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 4.5 \times 0.5}{0.000522 \times 2.5^2} = \frac{0.00315}{0.0033} = 0.95$$

**I-131 (pacjent po podaniu 800 MBq I-131)**

$$A=4 \text{ GBq}$$

$$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 0.5 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2.5 \text{ m}$$

$$T=0.25$$

$$k = \frac{\Gamma \times A \times t}{D \times l^2}$$



$$k = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 4 \times 0.5}{0.000522 \times 2.5^2} = \frac{0.0108}{0.0033} = 3.2 \frac{cGy}{tydz}$$

### WNIOSKI:

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym ściana L o grubości 40 cm cegły pełnej o gęstości 1.9 g/cm<sup>3</sup> nie potrzebuje dodatkowej osłony.

Drzwi zabezpieczono 4 mm Pb lub wykonane ze stali o grubości 3 cm.

### Ściana M – poczekania nr 1

#### Tc-99 m (pacjent po podaniu Tc-99 m o aktywności 900 MBq)

$$A = 4.5 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 0.5 \text{ h/tyg}$$

$$l = 0.6 \text{ m}$$

$$T=0.25$$

$$X_{\text{Pb}} = 2 \text{ cm ołowiu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001 } k=10^7$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$

$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 4.5 \times 0.5}{10^7 \times 0.6^2} = \frac{0.00315}{3600000} = 8.7 \times 10^{-10} \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}} \cdot 1$$

#### I-131 (pacjent po podaniu 800 MBq I-131 )

$$A=4 \text{ GBq}$$

$$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 0.5 \text{ h/tyg}$$

$$l = 0.6 \text{ m}$$

$$T=0.25$$

$$X_{\text{ściany}}= 2 \text{ cm Pb}$$



$K_{Pb} = 80$  zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 4 \times 0.5}{80 \times 0.6^2} = \frac{0.0108}{28.8} = 0.00037 \frac{cGy}{tydz}$$

### **WNIOSKI:**

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym jest wartością mniejszą niż przewidziana w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym projektowana ściana M wykonana z karton gipsu zabezpieczona 2 cm Pb nie potrzebuje dodatkowej osłony.

### **Strop - gabinet**

**Tc-99 m (pacjent po podaniu Tc-99 m o aktywności 900 MBq)**

$$A = 4.5 \text{ GBq}$$

$$\Gamma = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{s}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$D = 0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$E = 0.1 \text{ MeV}$$

$$t = 2 \text{ h/tyg}$$

$$l = 2.5 \text{ m}$$

$$T=1$$

$$X_{\text{stropu}} = 3 \text{ cm betonu zgodnie z tab. 15 PN-86/J-80001 } k=1.5$$

$$X_{\text{pb}} = 10 \text{ mm Pb zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001 } k= 10^4$$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 4.5 \times 2}{1.5 \times 10^4 \times 2.5^2} = \frac{0.0126}{93750} = 1.34 \times 10^{-7} \frac{cGy}{tydz} 1$$

**I-131 (pacjent po podaniu 800 MBq I-131 )**

$$A=4 \text{ GBq}$$

$$D=0.000522 \text{ cGy/tydz}$$

$$\Gamma = 5.4 \times 10^{-3} \text{ cGy} \times \text{m}^2 \times \text{h}^{-1} \times \text{GBq}^{-1}$$

$$E=0.4 \text{ MeV}$$

$$t= 2 \text{ h/tyg}$$



$l = 2.5 \text{ m}$

$T = 1$

$X_{\text{bet}} = 3 \text{ cm}$  betonu

$k_{\text{bet}} = 1.5$  zgodnie z tab. 15 PN – 86/J-80001

$X_{\text{pb}} = 10 \text{ mm Pb}$  zgodnie z tab. 13 PN-86/J-80001  $k = 8$

$$D = \frac{\Gamma \times A \times t}{k \times l^2}$$
$$D = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times 4 \times 2}{12 \times 2.5^2} = \frac{0.0432}{75} = 0.00057 \frac{\text{cGy}}{\text{tydz}}$$

### **WNIOSKI:**

Otrzymana wartość dawki od źródeł promieniotwórczych przechowywanych w magazynie źródeł promieniotwórczych w miejscu osłanianym przekracza wartość przewidzianą w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 140, poz. 994) dla pomieszczeń sąsiadujących w budynkach nie mieszkalnych w związku z czym strop typu Ackerman o grubości 18 cm + nadbeton o grubości 3 cm + posadzka został zabezpieczony 10 mm Pb.

### III. Zestawienie grubości osłon

#### 1. POMIESZCZENIE PRZYGOTOWANIA RADIOFARMACEUTYKÓW

Miejsce osłanianie	Wymagana grubość osłony z ołowiu [cm]	Wymagana grubość osłony z betonu [cm]	Zastosowana osłona [cm]	Dodatkowa osłona [cm]
A	-	-	Ściana: 64 cm cegła pełna I-131(kapsułki) - Pojemnik osłonny P15KN - 15 mm Pb + komora laminarna 10 mm Pb	-
C1	-	-	Ściana: 12 cm cegła pełna I-131(kapsułki) - Pojemnik osłonny P15KN - 15 mm Pb + komora laminarna 10 mm Pb	-
D	-	-	Ściana: 12 cm cegła pełna I-131(kapsułki) - Pojemnik osłonny P15KN - 15 mm Pb + komora laminarna 10 mm Pb	Drzwi: 0.1 mm Pb
E	1	-	Ściana: 12 cm cegła pełna I-131(kapsułki) - Pojemnik osłonny P15KN - 15 mm Pb + komora laminarna 10 mm Pb	Okienko: 1 mm Pb, Drzwi: 1 mm Pb
Strop	-	-	18 cm strop typu Ackerman + 3 cm nadbeton + posadzka	-

#### 2. ZESTAWIENIE GRUBOŚCI OSŁON DLA POMIESZCZENIA LECZENIA DUŻYMI DAWKAMI

Miejsce osłanianie	Wymagana grubość osłony z ołowiu [cm]	Wymagana grubość osłony z betonu [cm]	Zastosowana osłona [cm]	Dodatkowa osłona [cm]
A2	-	-	Ściana: 64 cm cegła pełna I-131(kapsułki) - Pojemnik osłonny P15KN - 15 mm Pb	-
F	-	-	Ściana: 64 cm cegła pełna I-131(kapsułki) - Pojemnik osłonny P15KN - 15 mm Pb	-
E	1	-	Ściana: 12 cm cegła pełna I-131(kapsułki) - Pojemnik osłonny P15KN - 15 mm Pb	Okienko: 1 mm Pb Drzwi: 1 mm Pb
C2	-	-	Ściana: 12 cm cegła pełna	Drzwi: 0.1 mm Pb

			I-131(kapsułki) - Pojemnik osłonny P15KN – 15 mm Pb	
Strop	-	-	18 cm strop typu Ackerman + 3 cm nadbeton + posadzka	-
Podłoga	-	-	Beton 6 cm	-

### 3. ZESTAWIENIE GRUBOŚCI OSŁON DLA GABINETU ZABIEGOWEGO

Miejsce osłanianie	Wymagana grubość osłony z ołowiu [cm]	Wymagana grubość osłony z betonu [cm]	Zastosowana osłona [cm]	Dodatkowa osłona [cm]
B1	-	-	64 cm cegła pełna	-
C	-	-	12 cm cegła pełna	-
J	2 mm Pb	-	10 cm cegła dziurawka	Ściana 2 mm Pb
D1	2 mm Pb	-	12 cm cegła pełna	Drzwi 2 mm Pb
Strop	-	-	18 cm strop typu Ackerman + 3 cm nadbeton + posadzka	-

### 4. ZESTAWIENIE GRUBOŚCI OSŁON DLA POCZEKALNI NR 2 - POCZEKALNI „GORĄCEJ”

Miejsce osłanianie	Wymagana grubość osłony z ołowiu [cm]	Wymagana grubość osłony z betonu [cm]	Zastosowana osłona [cm]	Dodatkowa osłona [cm]
F2	-	-	64 cm cegła pełna	-
K	-	-	40 cm cegła pełna	-
L	4 mm Pb	-	40 cm cegła pełna	Drzwi : 4 mm Pb
M	2 cm Pb	-	karton gips	Ściana 2 cm Pb
Strop	10 mm Pb	-	18 cm strop typu Ackerman + 3 cm nadbeton + posadzka	Strop 10 mm Pb