

Uwzględniając aproksymacje zależności grubości warstwy ołowiu od zredukowanej mocy dawki wartości $C_1 = 6,90 \mu\text{Gh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$ odpowiada osłona o grubości ołowiu 0,8mm dla 100 kV.

Zaproponowana osłona:

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Łączny równoważnik ołowiu ściany $> 2 \text{ mm Pb}$ dla 100 kV.

Zaprojektowana osłona jest wystarczająca.

Punkt 54 Sterownia -1.52

$U = 1$, $T = 1$, $l = 4,29 \text{ m}$, $D = 26,1 \mu\text{Gy}$, $I = 300 \text{ mA}$, $t_0 = 0,28 \text{ godz.}$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{26,1 \mu\text{Gy} \cdot (4,29 \text{ m})^2}{0,28 \text{ godz.} \cdot 1 \cdot 300 \text{ mA}} = 5,72 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Uwzględniając aproksymacje zależności grubości warstwy ołowiu od zredukowanej mocy dawki wartości $C_1 = 5,72 \mu\text{Gh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$ odpowiada osłona o grubości ołowiu 0,9 mm dla 100 kV.

Zaproponowana osłona:

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm,
- drzwi ochronne o równoważniku 2,0 mm Pb,
- okno ochronne o równoważniku 2,0 mm Pb.

Łączny równoważnik ołowiu ściany $> 2 \text{ mm Pb}$ dla 100 kV.

Zaprojektowana osłona jest wystarczająca.

Punkt S-1/S0 Pomieszczenia diagnostyki obrazowej

$U = 1$, $T = 1$, $l = 3,39 \text{ m}$, $D = 2,61 \mu\text{Gy}$, $I = 300 \text{ mA}$, $t_0 = 0,28 \text{ godz.}$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{2,61 \mu\text{Gy} \cdot (3,39 \text{ m})^2}{0,28 \text{ godz.} \cdot 1 \cdot 300 \text{ mA}} = 0,36 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Uwzględniając aproksymacje zależności grubości warstwy ołowiu od zredukowanej mocy dawki wartości $C_1 = 0,36 \mu\text{Gh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$ odpowiada osłona o grubości ołowiu 1,9 mm dla 100 kV.

Zaproponowana osłona:

- strop żelbetonowy o grubości 22 cm.

Łączny równoważnik ołowiu ściany $> 2 \text{ mm Pb}$ dla 100 kV.

Zaprojektowana osłona jest wystarczająca.

Znaki i oświetlenie ostrzegawcze

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

Gabinety z diagnostycznymi aparatami rentgenowskimi są wyposażone w ostrzegawczą sygnalizację świetlną umieszczoną nad drzwiami do gabinetu, włączaną równocześnie z zasilaniem generatora zgodnie z wymaganiami § 11.1 Rozporządzenia ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi [Dz.U. z 2006 r.

Nr 180, poz. 1325].

11. Obliczenia wymaganych osłon radiologicznych - źródło narażenia: pacjent po aplikacji radiofarmaceutyku PET.

Po analizie możliwych typów i ilości wykonywanych procedur medycznych z zakresu medycyny nuklearnej oraz wynikających z nich zagrożeń, proponowane osłony radiologiczne uwzględniają maksymalne narażenia od pacjentów diagnozowanych za pomocą radiofarmaceutyków, opartych na izotopie fluoru F-18. Jako badanie najbardziej wymagające pod względem osłon, przyjęto tomografię PET z zastosowaniem 18-fluorodeoksyglukozy (18F-FDG). Po podaniu dożylnym większość radiofarmaceutyku jest szybko usuwana z przestrzeni naczyniowej ($T_{1/2}$ mniej niż 1 minuta) i ulega biodystrybucji tkankowej ($T_{1/2}$ do 1,5 godziny). Około 4% podanej aktywności gromadzi się w sercu, 8% w mózgu, 5% w wątrobie i 3% w płucach.

Na wszystkie pozostałe tkanki przypada 80% podanej aktywności. Około 0.3 frakcji przypadającej na wszystkie pozostałe tkanki (80% podanej aktywności) zostaje wydalona z moczem ($T_{1/2}$ 12 min - 25% i $T_{1/2}$ 1,5 godziny - 75%). Obserwuje się również fizjologiczny wychwyty FDG przez brunatną tkankę tłuszczową zarówno u dzieci, jak i dorosłych; dodatkowo u dzieci stwierdza się gromadzenie 18F-FDG w grasicy i strefie wzrostowej kości.

Wzór:

$$D_w = \frac{0,092 \mu Sv * m^2}{MBq * h} * N_w * A_0 * F_U * t_i * R_{tl} * R_{PET} / d^2$$

gdzie:

D_w - dawka tygodniowa w punkcie chronionym,

0,092 [$\mu Sv m^2 MBq^{-1} h^{-1}$] - współczynnik mocy dawki od pacjenta po aplikacji ^{18}F ,

N_w - tygodniowa liczba pacjentów,

A_0 - aktywność podana pacjentowi [MBq],

F_U - współczynnik redukcji aktywności zaaplikowanej pacjentowi, wynikający z czasu oczekiwania na badanie

t_i - czas narażenia (czas wykonywania badania),

R_{tl} - współczynnik redukcji aktywności podczas wykonywania badania PET-CT,

R_{PET} - współczynnik redukcji wynikający z pochłaniania aparatu,

d - odległość pomiędzy źródłem promieniowania a punktem chronionym

Wymagany współczynnik transmisji promieniowania pochodzącego od izotopu zaaplikowanego pacjentowi podczas wykonywania akwizycji w badaniu PET-CT.

$$B = \frac{D}{D_w * T}$$

gdzie:

B - współczynnik transmisji

D - dopuszczalna tygodniowa dawka w punkcie chronionym,

D_w - dawka tygodniowa w punkcie chronionym,

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w obliczanym miejscu,

W przypadku współczynników transmisji większych niż 1 ($B > 1$) nie jest wymagana osłona radiologiczna. Zaproponowana osłona wynika z wymagań konstrukcyjnych budynku, a nie z uwagi na ochronę radiologiczną. Jednakże elementy konstrukcyjne i przegrody budowlane powodują dodatkowe zmniejszenie dawek promieniowania jonizującego.

11.1. Pracownia PET/CT nr -1.61

Opis: W pomieszczeniu może znajdować się jeden pacjent po podaniu radiofarmaceutyku. W trakcie archiwizacji rozkładu radiofarmaceutyku w ciele pacjenta, w pomieszczeniu przebywa tylko pacjent.

Punkt 1 Śluza -1.87

Opis: Śluza znajduje się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania $T = 0,25$ (miejsce czasowo wykorzystywane przez ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogółu ludności. Roczna dawka graniczna: $D = 0,3$ mSv odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $5,8 \cdot 10^{-3}$ mSv ($5,8 \mu\text{Sv}$) uwzględniając narażenie od dwóch źródeł: pacjent oraz tomograf komputerowy, dawkę graniczną dzielimy na 2 co daje $2,9 \mu\text{Sv}$ tygodniowo. Odległość od izocentrum $d = 4,81$ m.

Dane:

$N_w = 50$ pacjent

$A_0 = 555$ MBq

$F_U = 0,68$

$d = 4,81$ m

$t_i = 20$ min. = $0,34$ h

$R_{tl} = 0,94$

$R_{PET} = 0,85$

$$D_w = \left(\frac{0,092 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2}{\text{MBq} \cdot \text{h}} \right) * 50 * 555 \text{ MBq} * 0,85 * 0,68 * 0,34 \text{ h} * 0,94 / (4,81 \text{ m})^2 = 20,38 \mu\text{Sv}$$

Współczynnik osłabienia

Dane:

$D = 2,9 \cdot 10^{-3}$ mSv = $2,9 \mu\text{Sv}$

$T = 0,25$

$$B = \frac{2,9 \mu\text{Sv}}{20,38 \mu\text{Sv} * 0,25} = 0,57$$

Zaproponowana osłona:

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Punkt 2 Przygotowanie radiofarmaceutyków -1.55

Opis: Pomieszczenie przygotowania radiofarmaceutyków znajduje się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania $T = 1$ (stały pobyt ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogółu ludności. Roczna dawka graniczna: $D = 0,3$ mSv odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $5,8 \cdot 10^{-3}$ mSv ($5,8 \mu\text{Sv}$) uwzględniając narażenie od dwóch źródeł: pacjent oraz

tomograf komputerowy, dawkę graniczną dzielimy na 2 co daje 2,9 μ Sv tygodniowo. Odległość od izocentrum d = 5,15 m.

Dane:

N_w - 50 pacjent

$A_0 = 555$ MBq

$F_U = 0,68$

d = 5,15 m

$t_i = 20$ min. = 0,34 h

$R_{tl} = 0,94$

$R_{PET} = 0,85$

$$D_w = \left(\frac{0,092 \mu Sv * m^2}{MBq * h} * 50 * 555 MBq * 0,85 * 0,68 * 0,34 h * 0,94 \right) / (5,15 m)^2 = 17,78 \mu Sv$$

Współczynnik osłabienia

Dane:

$D = 2,9 * 10^{-3}$ mSv = 2,9 μ Sv

T = 1

$$B = \frac{2,9 \mu Sv}{17,78 * 1 \mu Sv} = 0,17$$

Zaproponowana osłona:

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Punkt 3 Łazienka pomieszczenia Aplikacji -1.40

Opis: Pomieszczenie aplikacji znajduje się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania T = 1 (stały pobyt ludzi). Personel pielęgniarski zakwalifikowany jest do pracy w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące. Z uwagi na zagrożenie wynikające z kontaktu z pacjentem podczas aplikacji oraz opieki nad pacjentem, zaproponowana osłona uwzględnia ograniczenie narażenia od pacjentów w trakcie badania do możliwie małych dawek. W związku z powyższym zastosowano limity dla ogółu ludności - roczna dawka graniczna:

$D = 1$ mSv odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $19 * 10^{-3}$ mSv (19 μ Sv) uwzględniając narażenie od dwóch źródeł: pacjent oraz tomograf komputerowy, dawkę graniczną dzielimy na 2 co daje 9,5 μ Sv tygodniowo. Odległość od izocentrum d = 5,98 m.

Dane:

N_w - 50 pacjentów

$A_0 = 555$ MBq

$F_U = 0,68$

d = 5,98 m

$t_i = 20$ min. = 0,34 h

$R_{tl} = 0,94$

$R_{PET} = 0,85$

$$D_w = \left(\frac{0,092 \mu Sv * m^2}{MBq * h} * 50 * 555 MBq * 0,85 * 0,68 * 0,34 h * 0,94 \right) / (5,98 m)^2 = 13,19 \mu Sv$$

Współczynnik osłabienia

Dane:

$D = 9,5 * 10^{-3}$ mSv = 9,5 μ Sv

T = 1

$$B = \frac{9,5 \mu\text{Sv}}{13,19 * 1\mu\text{Sv}} = 0,72$$

Zaproponowana osłona:

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Punkt 4 WC pacjentów NPS -1.29A

Opis: WC pacjentów NPS znajduje się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania T = 0,05 (miejsce krótkiego przebywania ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogółu ludności. Roczna dawka graniczna: D = 0,3 mSv odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $5,8 * 10^{-3} \text{mSv}$ ($5,8 \mu\text{Sv}$) uwzględniając narażenie od dwóch źródeł: pacjent oraz tomograf komputerowy, dawkę graniczną dzielimy na 2 co daje $2,9 \mu\text{Sv}$ tygodniowo. Odległość od izocentrum d = 3,98 m.

Z uwagi na charakter pomieszczenia założono narażenie pacjenta, który może przebywać w pomieszczeniu WC w czasie odpowiadającym jednemu badaniu PET/CT.

Dane:

N_w - 1 pacjent $A_0 = 555 \text{ MBq}$

$F_U = 0,68$ $d = 3,98 \text{ m}$

$t_i = 20 \text{ min.} = 0,34 \text{ h}$ $R_{tl} = 0,94$

$R_{PET} = 0,85$

$$D_w = \left(\frac{0,092 \mu\text{Sv} * \text{m}^2}{\text{MBq} * \text{h}} * 1 * 555 \text{ MBq} * 0,85 * 0,68 * 0,34 \text{ h} * 0,94 \right) / (3,98 \text{ m})^2 = 0,60 \mu\text{Sv}$$

Jednorazowa dawka pochłonięta przez pacjenta wynosi maksymalnie $0,60 \mu\text{Sv}$. Dawka jest pomijalna z uwagi na ochronę radiologiczną.

Zaproponowana osłona:

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Podczas wykonywania badań na aparacie PET/CT nie może dojść do wzrostu mocy dawki promieniowania jonizującego przekraczającego moc dawki tła (zgodnie z wytycznymi potencjalnego dostawcy $0,2 \mu\text{Sv}/\text{godz.}$). Z uwagi na pesymizację warunków uwzględniono możliwość przebywania w pomieszczeniu pacjentów bezpośrednio po podaniu radiofarmaceutyków (nie uwzględniono współczynników zaniku izotopu).

$$P = \frac{555 \text{ MBq} * 0,092 \frac{\mu\text{Sv} * \text{godz.}^{-1} * \text{m}^2}{\text{MBq}}}{(3,98 \text{ m})^2} = 3,22 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}$$

Współczynnik osłabienia:

$$B = \frac{P_{gr.}}{P_{sum.}} = \frac{0,2 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}}{3,22 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}} = 0,062$$

Zaproponowane osłony nie zapewniają odpowiedniej ochrony.

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Punkt 5 WC pacjenci -1.29

Opis: WC Pacjentów znajduje się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania $T = 0,05$ (miejsce krótkiego przebywania ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogółu ludności. Roczna dawka graniczna: $D = 0,3$ mSv odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $5,8 \cdot 10^{-3}$ mSv ($5,8 \mu\text{Sv}$) uwzględniając narażenie od dwóch źródeł: pacjent oraz tomograf komputerowy, dawkę graniczną dzielimy na 2 co daje $2,9 \mu\text{Sv}$ tygodniowo. Odległość od izocentrum $d=4,35$ m.

Z uwagi na charakter pomieszczenia założono narażenie pacjenta, który może przebywać w pomieszczeniu WC w czasie odpowiadającym jednemu badaniu PET/CT.

Dane:

N_w - 1 pacjent

$A_0 = 555$ MBq

$F_U = 0,68$

$d = 4,35$ m

$t_i = 20$ min. = $0,34$ h

$R_{ti} = 0,94$

$R_{PET} = 0,85$

$$D_w = \left(\frac{0,092 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2}{\text{MBq} \cdot \text{h}} \right) * 1 * 555 \text{ MBq} * 0,85 * 0,68 * 0,34 \text{ h} * 0,94 / (4,35 \text{ m})^2 = 0,50 \mu\text{Sv}$$

Jednorazowa dawka pochłonięta przez pacjenta wynosi maksymalnie $0,50 \mu\text{Sv}$. Dawka jest pomijalna z uwagi na ochronę radiologiczną.

Zaproponowana osłona:

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Podczas wykonywania badań na aparacie PET/CT nie może dojść do wzrostu mocy dawki promieniowania jonizującego przekraczającego moc dawki tła (zgodnie z wytycznymi potencjalnego dostawcy $0,2 \mu\text{Sv}/\text{godz.}$). Z uwagi na pesymizację warunków uwzględniono możliwość przebywania w pomieszczeniu pacjentów bezpośrednio po podaniu radiofarmaceutyków (nie uwzględniono współczynników zaniku izotopu).

$$P = \frac{555 \text{ MBq} * 0,092 \frac{\mu\text{Sv} * \text{godz.}^{-1} * \text{m}^2}{\text{MBq}}}{(4,35 \text{ m})^2} = 2,70 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}$$

Współczynnik osłabienia:

$$B = \frac{P_{gr.}}{P_{sum.}} = \frac{0,2 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}}{2,70 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}} = 0,074$$

Zaproponowane osłony nie zapewniają odpowiedniej ochrony.

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Punkt 6 Przedsiónek -1.37

Opis: Przedsiónek znajduje się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania T = 0,05 (miejsce krótkiego przebywania ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogółu ludności. Roczna dawka graniczna: D = 0,3 mSv odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $5,8 \cdot 10^{-3} \text{mSv}$ ($5,8 \mu\text{Sv}$) uwzględniając narażenie od dwóch źródeł: pacjent oraz tomograf komputerowy, dawkę graniczną dzielimy na 2 co daje $2,9 \mu\text{Sv}$ tygodniowo. Odległość od izocentrum $d=5,62 \text{ m}$.

Z uwagi na charakter pomieszczenia założono narażenie pacjenta, który może przebywać w pomieszczeniu WC w czasie odpowiadającym jednemu badaniu PET/CT.

Dane:

N_w - 50 pacjent	$A_0 = 555 \text{ MBq}$
$F_U = 0,68$	$d = 5,62 \text{ m}$
$t_i = 20 \text{ min.} = 0,34 \text{ h}$	$R_{tl} = 0,94$
$R_{PET} = 0,85$	

$$D_w = \left(\frac{0,092 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2}{\text{MBq} \cdot \text{h}} * 50 * 555 \text{ MBq} * 0,85 * 0,68 * 0,34 \text{ h} * 0,94 \right) / (5,62 \text{ m})^2 = 14,93 \mu\text{Sv}$$

Współczynnik osłabienia

Dane:

$D = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ mSv} = 2,9 \mu\text{Sv}$	$T = 0,05$
--	------------

$$B = \frac{2,9 \mu\text{Sv}}{14,93 \mu\text{Sv} * 0,05} = 3,88$$

Zaproponowane osłony nie zapewniają odpowiedniej ochrony.

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Punkt 7 Poczekalnia gorąca -1.36

Opis: Poczekalnia gorąca -1.36 znajduje się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania T = 0,05 (miejsce krótkiego przebywania ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogółu ludności. Roczna dawka graniczna: D = 0,3 mSv odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $5,8 \cdot 10^{-3} \text{mSv}$ ($5,8 \mu\text{Sv}$) uwzględniając narażenie od dwóch źródeł: pacjent oraz tomograf komputerowy, dawkę graniczną dzielimy na 2 co daje $2,9 \mu\text{Sv}$ tygodniowo. Odległość od izocentrum $d = 13,98 \text{ m}$.

Z uwagi na charakter pomieszczenia założono narażenie pacjenta, który może przebywać w pomieszczeniu WC w czasie odpowiadającym jednemu badaniu PET/CT.

Dane:

N_w - 3 pacjent	$A_0 = 555 \text{ MBq}$
$F_U = 0,68$	$d = 13,98 \text{ m}$

$$t_i = 20 \text{ min.} = 0,34 \text{ h}$$

$$R_{tl} = 0,94$$

$$R_{PET} = 0,85$$

$$D_w = \left(\frac{0,092 \mu\text{Sv} * m^2}{\text{MBq} * h} * 3 * 555 \text{ MBq} * 0,85 * 0,68 * 0,34 \text{ h} * 0,94 \right) / (13,98 \text{ m})^2 = 0,14 \mu\text{Sv}$$

Jednorazowa dawka pochłonięta przez pacjenta wynosi 0,14 μSv . Dawka jest pomijalna z uwagi na ochronę radiologiczną.

Podczas wykonywania badań na aparacie PET/CT nie może dojść do wzrostu mocy dawki promieniowania jonizującego przekraczającego moc dawki tła (zgodnie z wytycznymi potencjalnego dostawcy 0,2 $\mu\text{Sv}/\text{godz.}$). Z uwagi na pesymizację warunków uwzględniono możliwość przebywania w pomieszczeniu pacjentów bezpośrednio po podaniu radiofarmaceutyków (nie uwzględniono współczynników zaniku izotopu).

$$P = \frac{555 \text{ MBq} * 0,092 \frac{\mu\text{Sv} * \text{godz.}^{-1} * m^2}{\text{MBq}}}{(13,98 \text{ m})^2} = 0,26 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}$$

Współczynnik osłabienia:

$$B = \frac{P_{gr.}}{P_{sum.}} = \frac{0,2 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}}{0,26 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}} = 0,76$$

Zaproponowane osłony nie zapewniają odpowiedniej ochrony.

- ściana betonowa o grubości 12 cm oraz drzwi osłonowe o równoważniku 2 mm ołowiu.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Punkt 8 PET/MR -1.64

Opis: Pracownia PET/MR znajduje się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania $T = 0,25$ (miejsce czasowego przebywania ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogółu ludności. Roczna dawka graniczna: $D = 0,3 \text{ mSv}$ odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $5,8 * 10^{-3} \text{ mSv}$ ($5,8 \mu\text{Sv}$) uwzględniając narażenie od dwóch źródeł: pacjent oraz tomograf komputerowy, dawkę graniczną dzielimy na 2 co daje $2,9 \mu\text{Sv}$ tygodniowo. Odległość od izocentrum $d = 5,88 \text{ m}$.

Dane:

$$N_w = 50 \text{ pacjent}$$

$$A_0 = 555 \text{ MBq}$$

$$F_U = 0,68$$

$$d = 5,88 \text{ m}$$

$$t_i = 20 \text{ min.} = 0,34 \text{ h}$$

$$R_{tl} = 0,94$$

$$R_{PET} = 0,85$$

$$D_w = \left(\frac{0,092 \mu\text{Sv} * m^2}{\text{MBq} * h} * 50 * 555 \text{ MBq} * 0,85 * 0,68 * 0,34 \text{ h} * 0,94 \right) / (5,88 \text{ m})^2 = 13,64 \mu\text{Sv}$$

Współczynnik osłabienia

Dane:

$$D = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ mSv} = 2,9 \text{ } \mu\text{Sv}$$

$$T = 0,25$$

$$B = \frac{2,9 \text{ } \mu\text{Sv}}{13,65 \text{ } \mu\text{Sv} \cdot 0,25} = 0,85$$

Podczas wykonywania badań na aparacie PET nie może dojść do wzrostu mocy dawki promieniowania jonizującego przekraczającego moc dawki tła (zgodnie z wytycznymi potencjalnego dostawcy 0,2 $\mu\text{Sv}/\text{godz.}$). Z uwagi na pesymizację warunków uwzględniono możliwość przebywania w pomieszczeniu pacjentów bezpośrednio po podaniu radiofarmaceutyków (nie uwzględniono współczynników zaniku izotopu).

$$P = \frac{555 \text{ MBq} \cdot 0,092 \frac{\mu\text{Sv} \cdot \text{godz.}^{-1} \cdot \text{m}^2}{\text{MBq}}}{(5,88 \text{ m})^2} = 1,47 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}$$

Współczynnik osłabienia:

$$B = \frac{P_{gr.}}{P_{sum.}} = \frac{0,2 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}}{1,47 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}} = 0,13$$

Zaproponowana osłona:

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Punkt 9 Sterownia -1.63

Opis: Pomieszczenie sterowni znajduje się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania $T = 1$ (stały pobyt ludzi). Operatorzy skanera PET zakwalifikowani są do pracy w warunkach narażenia na promieniowanie jonizując. Z uwagi na zagrożenie wynikające z kontaktu z pacjentem podczas pozycjonowania pacjenta, zaproponowana osłona uwzględnia ograniczenie narażenia od pacjentów w trakcie badania do możliwie małych dawek. W związku z powyższym zastosowano limity $D = 1 \text{ mSv}$ odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $19 \cdot 10^{-3} \text{ mSv}$ ($19 \mu\text{Sv}$) uwzględniając narażenie od dwóch źródeł: pacjent oraz tomograf komputerowy, dawkę graniczną dzielimy na 2 co daje $9,5 \mu\text{Sv}$ tygodniowo. Odległość od izocentrum $d = 4,68 \text{ m}$.

Dane:

$$N_w = 50 \text{ pacjentów}$$

$$A_0 = 555 \text{ MBq}$$

$$F_U = 0,68$$

$$d = 4,68 \text{ m}$$

$$t_i = 20 \text{ min.} = 0,34 \text{ h}$$

$$R_{tl} = 0,94$$

$$R_{PET} = 0,85$$

$$D_w = \left(\frac{0,092 \text{ } \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2}{\text{MBq} \cdot \text{h}} \cdot 50 \cdot 555 \text{ MBq} \cdot 0,85 \cdot 0,68 \cdot 0,34 \text{ h} \cdot 0,94 \right) / (4,68 \text{ m})^2 = 21,53 \text{ } \mu\text{Sv}$$

Współczynnik osłabienia

Dane:

$$D = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ mSv} = 9,5 \text{ } \mu\text{Sv}$$

$$T = 1$$

$$B = \frac{9,5 \mu\text{Sv}}{21,53 * 1 \mu\text{Sv}} = 0,44$$

Zaproponowana osłona:

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Punkt 10 UPS -1.62

Opis: Pomieszczenie UPS znajduje się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania $T = 0,05$ (miejsce krótkiego przebywania ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogółu ludności. Roczna dawka graniczna: $D = 0,3 \text{ mSv}$ odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $5,8 * 10^{-3} \text{ mSv}$ ($5,8 \mu\text{Sv}$) uwzględniając narażenie od dwóch źródeł: pacjent oraz tomograf komputerowy, dawkę graniczną dzielimy na 2 co daje $2,9 \mu\text{Sv}$ tygodniowo. Odległość od izocentrum $d = 4,07 \text{ m}$.

Dane:

N_w - 50 pacjent

$A_0 = 555 \text{ MBq}$

$F_U = 0,68$

$d = 4,07 \text{ m}$

$t_i = 20 \text{ min.} = 0,34 \text{ h}$

$R_{tl} = 0,94$

$R_{PET} = 0,85$

$$D_w = \left(\frac{0,092 \mu\text{Sv} * \text{m}^2}{\text{MBq} * \text{h}} * 50 * 555 \text{ MBq} * 0,85 * 0,68 * 0,34 \text{ h} * 0,94 \right) / (4,07 \text{ m})^2 = 28,47 \mu\text{Sv}$$

Współczynnik osłabienia

Dane:

$D = 2,9 * 10^{-3} \text{ mSv} = 2,9 \mu\text{Sv}$

$T = 0,05$

$$B = \frac{2,9 \mu\text{Sv}}{28,47 * 0,05 \mu\text{Sv}} = 2,04$$

Zaproponowana osłona:

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Punkt 11 Korytarz techniczny -1.71

Opis: Korytarz techniczny znajduje się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania $T = 0,05$ (miejsce krótkiego przebywania ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogółu ludności. Przy obliczeniach uwzględniono możliwie duże narażenie. Współczynnik przebywania $T = 0,25$ (miejsce czasowo wykorzystywane przez ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogółu ludności. Roczna dawka graniczna $D = 0,3 \text{ mSv}$ odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $D = 5,8 * 10^{-3} \text{ mSv}$ ($5,8 \mu\text{Sv}$) uwzględniając narażenie od dwóch źródeł: pacjent oraz tomograf komputerowy, dawkę graniczną dzielimy na 2 co daje $2,9 \mu\text{Sv}$ tygodniowo. Do obliczeń przyjęto najmniejszą odległość $d = 7,27 \text{ m}$.

Dane:

N_w - 50 pacjent

$A_0 = 555$ MBq

$F_U = 0,68$

$d = 7,27$ m

$t_i = 20$ min. = 0,34 h

$R_{tl} = 0,94$

$R_{PET} = 0,85$

$$D_w = \left(\frac{0,092 \mu Sv * m^2}{MBq * h} * 50 * 555 MBq * 0,85 * 0,68 * 0,34 h * 0,94 \right) / (7,27 m)^2 = 8,92 \mu Sv$$

Współczynnik osłabienia

Dane:

$D = 2,9 * 10^{-3}$ mSv = 2,9 μ Sv

$T = 0,25$

$$B = \frac{2,9 \mu Sv}{8,92 \mu Sv * 0,25} = 1,30$$

Zaproponowana osłona:

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Punkt 12 Śluza dozymetryczna -1.59

Opis: Pomieszczenie śluzy sanitarno-dozymetrycznej znajduje się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania $T = 0,25$ (miejsce czasowo wykorzystywane przez ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogółu ludności. Roczna dawka graniczna: $D = 0,3$ mSv odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $5,8 * 10^{-3}$ mSv ($5,8 \mu$ Sv) uwzględniając narażenie od dwóch źródeł: pacjent oraz tomograf komputerowy, dawkę graniczną dzielimy na 2 co daje $2,9 \mu$ Sv tygodniowo. Odległość od izocentrum $d = 5,09$ m.

Dane:

N_w - 50 pacjent

$A_0 = 555$ MBq

$F_U = 0,68$

$d = 5,09$ m

$t_i = 20$ min. = 0,34 h

$R_{tl} = 0,94$

$R_{PET} = 0,85$

$$D_w = \left(\frac{0,092 \mu Sv * m^2}{MBq * h} * 50 * 555 MBq * 0,85 * 0,68 * 0,34 h * 0,94 \right) / (5,09 m)^2 = 18,2 \mu Sv$$

Współczynnik osłabienia

Dane:

$D = 2,9 * 10^{-3}$ mSv = 2,9 μ Sv

$T = 0,25$

$$B = \frac{2,9 \mu Sv}{18,2 * 0,25 \mu Sv} = 0,64$$

Z uwagi na lokalizację bramki dozymetrycznej w śluzie dozymetrycznej personelu

nie może dojść do wzrostu mocy dawki promieniowania jonizującego przekraczającej moc dawki tła na poziomie 0,1 $\mu\text{Sv}/\text{godz.}$.

$$P = \frac{555 \text{ MBq} * 0,092 \frac{\mu\text{Sv} * \text{godz.}^{-1} * \text{m}^2}{\text{MBq}}}{(5,09 \text{ m})^2} = 1,97 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}$$

Współczynnik ostabienia:

$$B = \frac{P_{gr.}}{P_{sum.}} = \frac{0,1 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}}{1,97 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}} = 0,05$$

Zaproponowana osłona:

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Punkt 13 Przedsiónek -1.86

Opis: Przedsiónek znajduje się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania $T = 0,25$ (miejsce czasowo wykorzystywane przez ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogółu ludności. Roczna dawka graniczna: $D = 0,3 \text{ mSv}$ odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $5,8 * 10^{-3} \text{ mSv}$ ($5,8 \mu\text{Sv}$) uwzględniając narażenie od dwóch źródeł: pacjent oraz tomograf komputerowy, dawkę graniczną dzielimy na 2 co daje $2,9 \mu\text{Sv}$ tygodniowo. Odległość od izocentrum $d=5,64 \text{ m}$.

Dane:

N_w - 50 pacjent

$A_0 = 555 \text{ MBq}$

$F_U = 0,68$

$d = 5,64 \text{ m}$

$t_i = 20 \text{ min.} = 0,34 \text{ h}$

$R_{tl} = 0,94$

$R_{PET} = 0,85$

$$D_w = \left(\frac{0,092 \mu\text{Sv} * \text{m}^2}{\text{MBq} * \text{h}} * 50 * 555 \text{ MBq} * 0,85 * 0,68 * 0,34 \text{ h} * 0,94 \right) / (5,64 \text{ m})^2 = 14,83 \mu\text{Sv}$$

Współczynnik ostabienia

Dane:

$D = 2,9 * 10^{-3} \text{ mSv} = 2,9 \mu\text{Sv}$

$T = 0,25$

$$B = \frac{2,9 \mu\text{Sv}}{14,83 * 0,25 \mu\text{Sv}} = 0,78$$

Zaproponowana osłona:

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Punkt S-1/S0 Pomieszczenia diagnostyki obrazowej

Opis: Pomieszczenia diagnostyki obrazowej znajduje się na kondygnacji 0. Współczynnik przebywania $T = 1$ (stały pobyt ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogółu ludności. Roczna dawka graniczna: $D = 0,3 \text{ mSv}$ odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $5,8 * 10^{-3} \text{ mSv}$ ($5,8 \mu\text{Sv}$)

uwzględniając narażenie od dwóch źródeł: pacjent oraz tomograf komputerowy, dawkę graniczną dzielimy na 2 co daje 2,9 μ Sv tygodniowo. Odległość od izocentrum d = 3,39 m.

Dane:

N_w - 50 pacjent	$A_0 = 555$ MBq
$F_U = 0,68$	$d = 3,39$ m
$t_i = 20$ min. = 0,34 h	$R_{tl} = 0,94$
$R_{PET} = 0,85$	

$$D_w = \left(\frac{0,092 \mu Sv * m^2}{MBq * h} * 50 * 555 MBq * 0,85 * 0,68 * 0,34 h * 0,94 \right) / (3,39 m)^2 = 41,04 \mu Sv$$

Współczynnik osłabienia

Dane:

$D = 2,9 * 10^{-3}$ mSv = 2,9 μ Sv	$T = 1$
--	---------

$$B = \frac{2,9 \mu Sv}{41,04 * 1 \mu Sv} = 0,07$$

Zaproponowana osłona:

- strop żelbetonowy o grubości 22 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

11.2. Pracownia PET/MR nr -1.64

Opis: W pomieszczeniu może znajdować się jeden pacjent po podaniu radiofarmaceutyku. W trakcie archiwizacji rozkładu radiofarmaceutyku w ciele pacjenta, w pomieszczeniu przebywa tylko pacjent.

Punkt 14 Pracownia PET/CT -1.61

Opis: Pracownia PET/CT się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania $T = 0,25$ (miejsce czasowo wykorzystywane przez ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogółu ludności. Roczna dawka graniczna: $D = 0,3$ mSv odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $5,8 * 10^{-3}$ mSv (5,8 μ Sv). Odległość od izocentrum d = 5,74 m.

Dane:

N_w - 50 pacjent	$A_0 = 555$ MBq
$F_U = 0,68$	$d = 5,74$ m
$t_i = 20$ min. = 0,34 h	$R_{tl} = 0,94$
$R_{PET} = 0,85$	

$$D_w = \left(\frac{0,092 \mu Sv * m^2}{MBq * h} * 50 * 555 MBq * 0,85 * 0,68 * 0,34 h * 0,94 \right) / (5,74 m)^2 = 14,31 \mu Sv$$

Współczynnik osłabienia

Dane:

$$D = 5,8 \cdot 10^{-3} \text{ mSv} = 5,8 \text{ } \mu\text{Sv}$$

$$T = 0,25$$

$$B = \frac{5,8 \text{ } \mu\text{Sv}}{14,31 \text{ } \mu\text{Sv} \cdot 0,25} = 1,62$$

Podczas wykonywania badań na aparacie PET nie może dojść do wzrostu mocy dawki promieniowania jonizującego przekraczającego moc dawki tła (zgodnie z wytycznymi potencjalnego dostawcy 0,2 $\mu\text{Sv}/\text{godz.}$). Z uwagi na pesymizację warunków uwzględniono możliwość przebywania w pomieszczeniu pacjentów bezpośrednio po podaniu radiofarmaceutyków (nie uwzględniono współczynników zaniku izotopu).

$$P = \frac{555 \text{ MBq} \cdot 0,092 \frac{\mu\text{Sv} \cdot \text{godz.}^{-1} \cdot \text{m}^2}{\text{MBq}}}{(5,74 \text{ m})^2} = 1,54 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}$$

Współczynnik osłabienia:

$$B = \frac{P_{gr.}}{P_{sum.}} = \frac{0,2 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}}{1,54 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{godz.}}} = 0,13$$

Zaproponowana osłona:

- ściana żelbetonowa o grubości 25 cm.

Zaproponowane osłony zapewniają odpowiednią ochronę.

Punkt 15 Przedsiónek -1.37

Opis: Przedsiónek znajduje się na obszarze Zakładu Medycyny Nuklearnej. Współczynnik przebywania $T = 0,05$ (miejsce krótkiego przebywania ludzi). Na obszarze przebywają osoby zaliczone do ogótu ludności. Roczna dawka graniczna: $D = 0,3 \text{ mSv}$ odpowiada tygodniowej dawce granicznej na poziomie $5,8 \cdot 10^{-3} \text{ mSv}$ ($5,8 \mu\text{Sv}$). Odległość od izocentrum $d = 6,09 \text{ m}$.

Dane:

$$N_w = 50 \text{ pacjent}$$

$$A_0 = 555 \text{ MBq}$$

$$F_U = 0,68$$

$$d = 6,09 \text{ m}$$

$$t_i = 20 \text{ min.} = 0,34 \text{ h}$$

$$R_{tl} = 0,94$$

$$R_{PET} = 0,85$$

$$D_w = \left(\frac{0,092 \text{ } \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2}{\text{MBq} \cdot \text{h}} \cdot 50 \cdot 555 \text{ MBq} \cdot 0,85 \cdot 0,68 \cdot 0,34 \text{ h} \cdot 0,94 \right) / (6,09 \text{ m})^2 = 12,72 \text{ } \mu\text{Sv}$$

Współczynnik osłabienia

Dane:

$$D = 5,8 \cdot 10^{-3} \text{ mSv} = 5,8 \text{ } \mu\text{Sv}$$

$$T = 0,05$$

$$B = \frac{5,8 \text{ } \mu\text{Sv}}{12,72 \text{ } \mu\text{Sv} \cdot 0,05} = 9,12$$