



PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ

Pracownia Bronchonawigacji – pomieszczenie 55

Budynek Diagnostyczno - Lecznicy
Centrum Onkologii im. prof. F. Łukaszczyka w Bydgoszczy
Ul. dr Izabeli Romanowskiej 2
85-796 Bydgoszcz

Inwestor:

CENTRUM ONKOLOGII IM. PROF. F. ŁUKASZCZYKA W BYDGOSZCZY
UL. DR IZABELI ROMANOWSKIEJ 2
85-796 BYDGOSZCZ

Opracował:

mgr Kamil Kamiński

mgr fizyki Kamil Kamiński

IOR-3 nr IOR/2/2022, IOR-R nr 243R/2019

Czerwiec 2024 r.

Spis treści

1.	Spis części rysunkowej.....	4
2.	Cel opracowania.....	5
3.	Dokumenty będące podstawą opracowania.....	5
4.	Lokalizacja.....	6
5.	Dawki promieniowania jonizacyjnego.....	6
6.	Metodyka.....	7
7.	Wzory.....	7
8.	Konstrukcja istniejących przegród budowlanych.....	8
9.	Podstawowe dane techniczne aparatu rtg.....	9
10.	Założenia projektowe.....	9
11.	Obliczenia.....	11
12.	Wnioski i zalecenia.....	14
13.	Podsumowanie.....	15

1. Spis części rysunkowej

Nr rysunku	Tytuł	Skala
01	Sytuacja	1:50
02	Rzut Zakładu	1:50
03	Pracownia bronchonawigacji – Punkty pomiarowe 1/2	1:50
04	Pracownia bronchonawigacji – Punkty pomiarowe 2/2	1:50
05	Rzut pracowni na poziom -1	1:200
06	Rzut pracowni na poziom +1	1:200
07	Przekrój A-A	1:50
08	Przekrój A-A – Punkty pomiarowe	1:50

2. Cel opracowania

Celem sporządzenia projektu jest obliczenie wymaganej grubości osłon stałych przed promieniowaniem r_{tg} dla:

☒ Pracownia Bronchonawigacji – pomieszczenie nr 55,

które znajduje się w na wysokim parterze budynku Diagnostyczno – Lecniczego Centrum Onkologii im. prof. F. Łukaszczyka w Bydgoszczy, ul. dr Izabeli Romanowskiej 2, 85-796 Bydgoszcz.

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

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

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

3. Dokumenty będące podstawą opracowania

- 1) Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 11 maja 2023 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo atomowe (Dz.U. 2023 poz. 1173).
- 2) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 11 stycznia 2023 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz.U. 2023 poz. 195).
- 3) Obwieszczenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 29 marca 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz.U. 2022 poz. 967).
- 4) Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 marca 2021 r. w sprawie przypadków, w których działalność związana z narażeniem na promieniowanie jonizujące nie wymaga zezwolenia, zgłoszenia albo powiadomienia, oraz przypadków, w których może być wykonywana na podstawie zgłoszenia albo powiadomienia (Dz.U. 2021 poz. 796).
- 5) Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 sierpnia 2021 r. w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności (Dz.U. 2021 poz. 1667).
- 6) Obwieszczenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 21 marca 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie podstawowych wymagań dotyczących terenów kontrolowanych i nadzorowanych (Dz.U. 2022 poz. 722).
- 7) Polska Norma PN-86/J-80001. Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych.
- 8) Dokumentacja techniczna typowego aparatu RTG typu Ramię C.
- 9) Projekty architektury.

4. Lokalizacja

Pracownia Bronchonawigacji objęta działaniem inwestycyjnym - pomieszczenie numer 55 - znajduje na się na wysokim parterze Budynku Diagnostyczno – Zabiegowego w Centrum Onkologii im. prof. F. Łukaszczyka w Bydgoszczy przy ul. dr Izabeli Romanowskiej 2, 85-796 Bydgoszcz.

Na poziomie niskiego parteru, pod pracownią, znajdują się pomieszczenia magazynu Sterylizatorni natomiast nad pomieszczenia sekretariatu oraz socjalne Działu Sal Operacyjnych. W bezpośrednim sąsiedztwie pracowni znajduje się pomieszczenie Pielęgniarki Anestezjologicznej, Komunikacja-Poczekalnia, Pokój Opisowy oraz teren zewnętrzny.

W Pracowni Bronchonawigacji zainstalowano aparat cyfrowy typu Ramie C. Pomieszczenie ma status pracowni rentgenowskiej.

5. Dawki promieniowania jonizacyjnego

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

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

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

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

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

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

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

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

Osoby zatrudnione w Centrum Onkologii im. prof. F. Łukaszczyka w Bydgoszczy skierowane do pracy w narażeniu na promieniowanie jonizujące powinny zostać zaliczone co najmniej do kategorii B narażenia na promieniowanie jonizujące. Należy wprowadzić odpowiednie wymagania dotyczące ewidencji dawek, sposobu opieki lekarskiej i częstotliwości kompleksowych badań lekarskich zgodnie z aktualnymi przepisami.

6. Metodyka

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

Do obliczeń przyjęto wartości dawek granicznych podane w § 2.1 i § 3. 1. rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325).

7. Wzory

Czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia:

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

gdzie:

T – współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu,

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

t_0 – tygodniowy czas emisji promieniowania, wyrażony w h lub min.

Zredukowana moc dawki C_1 promieniowania rozproszonego dla wymaganych osłon przed promieniowaniem rozproszonym przez tkankę miękką:

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} ;$$

gdzie:

D – dopuszczalna dawka tygodniowa wyrażona w μGy ,

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

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

I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej wyrażone w mA.

Zredukowana moc dawki C_2 promieniowania rozproszonego dla wymaganych osłon przed promieniowaniem rozproszonym przez elementy detektora obrazowego:

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

gdzie:

D – dopuszczalna dawka tygodniowa wyrażona w μGy ,

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

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

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

I – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej wyrażone w mA

s – powierzchnia przedmiotu rozpraszającego, na który pada promieniowanie wyrażona w m^2 .

W przypadku materiałów ochronnych, których gęstość różni się od gęstości podanej w tabelach 5-16 PN-86/J-80001 zastosowano przeliczenie zgodnie ze wzorem:

$$h = \frac{\rho_0}{\rho}$$

gdzie:

ρ_0 – gęstość materiału ochronnego z tablicy w g/cm^3

ρ – gęstość materiału ochronnego osłony w g/cm^3

8. Konstrukcja istniejących przegród budowlanych

Zgodnie z § 5. 1. rozp. Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz. 1325) powierzchnia pomieszczenia, w którym jest zainstalowany aparat rentgenowski do radiologii zabiegowej nie może być mniejsza niż 20 m². Wysokość gabinetu nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia Pracowni Bronchonawigacji wynosi 41,10 m², wysokość (mierzona między stropami) wynosi 2,98 m. Wymiary pomieszczenia są więc wystarczające dla zainstalowania aparatu rtg.

Oznaczenie na rysunku	Opis i konstrukcja przegrody	Parametry osłony		
		gęstość materiału	grubość materiału	równoważnik ołowiu
		g/cm ³	mm	mm Pb
1-2	ściana zewnętrzna - bloczki pełne z betonu komórkowego gr. 370 mm	0,7	370	1,5
2-3	ściana wewnętrzna - cegła dziurawka o grubości 120 mm	1,6	70	0,5
3-4	ściana wewnętrzna - cegła dziurawka o grubości 120 mm	1,6	70	0,5
4-1	ściana wewnętrzna - cegła dziurawka o grubości 120 mm	1,6	70	0,5
SG	strop górny - strop betonowy zbrojony o grubości 20,0 cm	2,3	200	3,2
SD	strop dolny - strop betonowy zbrojony o grubości 20,0 cm	2,3	200	3,2
Uwaga : Równoważnik grubości ołowiu dla istniejących osłon odczytano dla U=100 kV				

9. Podstawowe dane techniczne aparatu rtg

Typ	Dane typowego aparatu RTG typu Ramie C	
parametr	jednostka	wartość
Zakres napięcia anodowego	kV	50 - 125
zakres prądu anodowego w trybie fluoroskopii	mA	200
szerokość impulsu	ms	do 10 przy 30 fps lub do 20 przy 15 fps
liczba pulsów w czasie 1 s	puls/s	0,5/0,625/1,0/1,25/1,875/2,5/ 3,125/3,75/6,25/7,5/12,5/15/25/30
Lampa		
Ogniska wg normy IEC 60336	-	0,4 / 0,7; 0,5 / 0,8
Promieniowanie uboczne w odległości 1 m dla 100 kV	mGy/h	< 0,8
Typ anody		wirująca
Ramie C		
SID	cm	88 - 130
Przestrzeń operacyjna	cm	
Detektor obrazowy		plaski detektor cyfrowy
typ		plaski detektor cyfrowy
rozmiar	cm	38 x 30 / 29 x 26

10. Założenia projektowe

10.1. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

- Przyjęto na podstawie danych przykładowego producenta, że wiązka pierwotna będzie całkowicie pochłaniana w płaskim panelu cyfrowym, a na osłony stale oddziaływać będzie promieniowanie rozproszone od tkanki pacjenta oraz promieniowanie rozproszone od płaskiego detektora obrazowego.
- Do obliczeń przyjęto jako nominalne parametry:
- $U = 100 \text{ kV}$ $I = 150 \text{ mA}$, $t = 30 \text{ min}$, $t_{\text{imp}} = 9 \text{ ms}$, $\text{pps} = 30 \text{ imp/s}$, $N = 25$.
- Odczytów z nomogramów zamieszczonych w Polskiej Normie PN- 86/J –80001 (wydanie 3 z 1992 r.) „Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych.” dokonano dla napięcia 100 kV.
- Wymagane grubości ołowiu dla zredukowanej mocy dawki C1 oraz C2 odczytano dla napięcia 100 kV.
- Przy obliczaniu czasu pracy źródła uwzględniono czas trwania impulsu i liczbę pulsów w czasie jednej sekundy w trakcie realizacji procedur.

- g) Analizy wielkości promieniowania ubocznego dokonano na podstawie wartości dawki podawanej przez producenta lampy rtg.
- h) Wielkość dopuszczalnej dawki tygodniowej przyjęto zgodnie z punktem 2.7 normy PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych przyjmując założenie, że dawka tygodniowa jaką może otrzymać osoba przebywająca w miejscu osłanianym nie może przekraczać dawki dopuszczalnej określonej w przepisach.
- i) Wymaganą grubość osłon stałych przed promieniowaniem rtg rozproszonym przez płaski panel cyfrowy odczytano z diagramów zamieszczonych w PN-86/J-80001 dla przyjętego napięcia oraz obliczonej zredukowanej mocy dawki promieniowania X rozproszonego przez beton lub cegłę C2 dokonując odpowiedniego przeliczenia dla stali zgodnie z tabelą 11.
- j) Dopuszczalne dawki przyjęto na podstawie rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi.
- k) We wnioskach końcowych dokonano analizy równoważnika grubości ołowiu istniejących osłon stałych w odniesieniu do maksymalnych wartości grubości osłon z ołowiu przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki oraz promieniowaniem rozproszonym od elementów zestawu rtg obliczonych dla poszczególnych osłon stałych.

10.2. PARAMETRY EKSPOZYCJI RTG

Parametr	Oznaczenie	Wartość	Jednostka
napięcie maksymalne	U_{nom}	100	kV
prąd maksymalny	I_{nom}	150	mA
czas procedury	t_p	30	min
		1800	s
długość impulsu	t_{imp}	9	ms
liczba impulsów na sekundę	pps	30	-
czas ekspozycji w trakcie procedury	t_e	486	s
liczba procedur tygodniowo	-	5	-
tygodniowy czas pracy źródła	t_o	40,5	min
		0,7	h
średnica panelu cyfrowego	-	0,23	m
powierzchnia panelu cyfrowego	s	0,08	m ²
SID	f	1	m

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

osłona	opis pomieszczenia za osłoną	nr na rysunku	T	D [μ Gy]
1-2	Teren zewnętrzny	-	0,05	8,70
1-2	Dział Sal Operacyjnych	-	1,00	8,70
1-2	Brachyterapia	-	1,00	8,70
1-2	Restauracja	-	1,00	8,70
2-3	Pokój pielęgniarstwa anestezyjologicznego	56	1,00	8,70
3-4	Komunikacja - Poczekalnia	-	0,25	8,70
4-1	Pokój opisowy	54	1,00	8,70
SD	Magazyn sterylizatorów	-	0,05	8,70
SG	Sekretariat oraz pomieszczenie socjalne DSO	-	1,00	8,70

11. Obliczenia

11.1. CZAS NARAŻENIA

osłona	t_0		T	U	t	
	min	h			min	h
1-2	40,50	0,70	0,05	1	2,03	0,04
1-2	40,50	0,70	1,00	1	40,50	0,70
1-2	40,50	0,70	1,00	1	40,50	0,70
1-2	40,50	0,70	1,00	1	40,50	0,70
2-3	40,50	0,70	1,00	1	40,50	0,70
3-4	40,50	0,70	0,25	1	10,13	0,18
4-1	40,50	0,70	1,00	1	40,50	0,70
SD	40,50	0,70	0,05	1	2,03	0,04
SG	40,50	0,70	1,00	1	40,50	0,70

11.2. WYNIKI OBLICZEŃ WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM OD TKANKI

bez uwzględniania promieniowania ubocznego

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki C1	odczytana grubość osłony z ołowiu
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb
1-2	2,3	8,80	0,7
1-2	28,2	65,90	0,4
1-2	27,0	60,40	0,4
1-2	22,6	42,30	0,4
2-3	3,7	1,10	1,6
3-4	3,1	3,20	1,1
4-1	5,5	2,50	1,2
SD	1,3	2,80	1,1
SG	2,3	0,40	2,0

Obliczeń oraz odczytów z nomogramów dokonano dla napięcia 100kV

GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROM. X ROZPROSZONYM PRZEZ STRUKTURĘ DETEKTORA

bez uwzględniania promieniowania ubocznego

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od osłony	zredukowana moc dawki C2	odczytana z wykresu grubość osłony z ołowiu	Wymagana grubość ołowiu*
	m	$\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	mm Pb	
1-2	2,3	109,60	0,6	0,4
1-2	28,2	823,60	0,1	0,1
1-2	27,0	755,00	0,1	0,1
1-2	22,6	529,00	0,1	0,1
2-3	3,7	14,20	1,2	0,8
3-4	3,1	39,80	0,9	0,6
4-1	5,5	31,30	1,0	0,7
SD	1,3	35,00	1,0	0,7
SG	2,3	5,50	1,5	1,0

Obliczeń oraz odczytów z nomogramów dokonano dla napięcia 100kV

* zgodnie z pkt. 2.5.3.1 odczytaną dla wartości zredukowanej mocy dawki C₂ grubość ołowiu przemnożono przez odpowiedni współczynnik z tabeli 11.

GRUBOŚĆ OSŁON Z OŁOWIU PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYMDo obliczeń przyjęto wartość mocy dawki promieniowania ubocznego $\dot{D}_u < 0,25 \text{ mGy/h}$

osłona	\dot{D}_u $\mu\text{Gy/h}$	t h	D_u μGy	D_{ul} μGy	r mm Pb	k -	D_{uo} μGy	D_d μGy	D_{uo}/D_d %
1-2	800	0,035	28	5,29	0,70	150	0,04	8,70	0,46%
1-2	800	0,700	560	0,70	0,40	40	0,02	8,70	0,23%
1-2	800	0,700	560	0,77	0,40	40	0,02	8,70	0,23%
1-2	800	0,700	560	1,10	0,40	40	0,03	8,70	0,34%
2-3	800	0,700	560	40,91	1,60	2500	0,02	8,70	0,23%
3-4	800	0,175	140	14,57	1,10	450	0,03	8,70	0,34%
4-1	800	0,700	560	18,51	1,20	700	0,03	8,70	0,34%
SD	800	0,035	28	16,57	1,10	450	0,04	8,70	0,46%
SG	800	0,700	560	105,86	2,00	7000	0,02	8,70	0,23%

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

t - czas narażenia

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

r - równoważnik ołowiu osłony

k - krotność osłabienia osłony

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

Krotność osłabienia dla osłon odczytano zgodnie z rysunkiem nr 1 normy PN - 86/J – 80001 3 dla napięcia 100 kV.

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

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

11.3. ZESTAWIENIE WYMAGANYCH GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

osłona	obliczona grubość osłony		przyjęta wymagana grubość warstwy ołowiu dla osłony
	przed promieniowaniem rozproszonym od tkanki	przed promieniowaniem rozproszonym od detektora	
	mm Pb		
1-2	0,70	0,40	0,70
1-2	0,40	0,10	0,40
1-2	0,40	0,10	0,40
1-2	0,40	0,10	0,40
2-3	1,60	0,80	1,60
3-4	1,10	0,60	1,10
4-1	1,20	0,70	1,20
SD	1,10	0,70	1,10
SG	2,00	1,00	2,00

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

12. Wnioski i zalecenia**ZESTAWIENIE MINIMALNEJ GRUBOŚCI OSŁON DODATKOWYCH DLA PRZEGRÓD BUDOWLANYCH**

osłona	równoważnik ołowiu przegrody budowlanej	wymagana grubość osłony	minimalna grubość dodatkowej osłony
	mm Pb		
1-2	1,50	0,70	0,00
1-2	1,50	0,40	0,00
1-2	1,50	0,40	0,00
1-2	1,50	0,40	0,00
2-3	0,50	1,60	1,10
3-4	0,50	1,10	0,60
4-1	0,50	1,20	0,70
SD	3,20	1,10	0,00
SG	3,20	2,00	0,00

Obliczeń oraz odczytów z nomogramów dokonano dla napięcia 100 kV

ZESTAWIENIE OSŁON DLA DRZWI I OKIEN

O1 i O2 – osłona 1-2 – okna bez osłony w rozumieniu ochrony radiologicznej – okna O1 i O2 osłanianie są przez fragment ściany murowanej z cegły dziurawki pozostałej po przebudowie pomieszczenia.

O3 – O6 – osłona 1-2 – osłony otworów okiennych o równoważniku co najmniej 1,5 mm Pb

D1 – osłona 3-4 – system drzwi ochronnych z wkładem z blachy ołowianej o gr. 2,0 mm

D2 – osłona 4-1 – system drzwi ochronnych z wkładem z blachy ołowianej o gr. 2,0 mm

ZNAKI I OŚWIETLENIE OSTRZEGAWCZE

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

13. Podsumowanie

UWAGA!

W związku z planowaną budową budynku, który znajdować się będzie w niedalekiej odległości od przegrody o oznaczeniu 1-2 zaleca się wykonanie osłon okiennych o równoważniku co najmniej 1,5 mm Pb na otworach o oznaczeniu O3 – O6.

Na podstawie wykonanych obliczeń stwierdzono, że:

Przegroda 2-3 wykonana z cegły dziurawki o gr. 12 cm wymaga zastosowania dodatkowego zabezpieczenia w postaci ołowiu o grubości min. 1,1 mm lub materiału równoważnego.

Przegroda 3-4 wykonana z cegły dziurawki o gr. 12 cm wymaga zastosowania dodatkowego zabezpieczenia w postaci ołowiu o grubości min. 0,6 mm lub materiału równoważnego.

Przegroda 4-1 wykonana z cegły dziurawki o gr. 12 cm wymaga zastosowania dodatkowego zabezpieczenia w postaci ołowiu o grubości min. 0,7 mm lub materiału równoważnego.

Pozostałe przegrody spełniają wymagania ochrony przed promieniowaniem jonizującym, żadna z nich nie wymaga zastosowania dodatkowego zabezpieczenia.