

PROJEKT OSŁON STAŁYCH

inwestor	ZESPÓŁ OPIEKI ZDROWOTNEJ W CHEŁMNIE Pl. Rydygiera 1 86-200 Chełmno
obiekt	BUDYNEK SZPITALA Segment B Pl. Rydygiera 1, 86-200 Chełmno
treść	GABINET TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ
autor	mgr fizyki Krystyna Bręczewska-Jankowska
data	grudzień 2023

SPIS TREŚCI

- 1 PODSTAWA PROJEKTU
- 2 METODYKA OBLICZANIA WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH
- 3 PRZEDMIOT PROJEKTU
- 4 OPIS OSŁON STAŁYCH
- 5 APARATURA RADIOLOGICZNA
- 6 ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ
- 7 PARAMETRY PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ
- 8 WYNIKI OBLICZEŃ
- 9 WNIOSKI KOŃCOWE
- 10 WYMAGANIA DLA GABINETÓW TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ
- 11 RYSUNKI

RYS. 1 lokalizacja Gabinetu Tomografii Komputerowej

RYS. 2 odległości przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsc osłanianych

1. PODSTAWA PROJEKTU

- a. Polska Norma PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych,
- b. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 11 stycznia 2023 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. 2023. 195),
- c. Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. Nr 180 poz. 1325),
- d. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. 2021. 1941 z późn. zm.),
- e. 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. 1667),
- f. Podstawowe dane techniczne tomografu komputerowego **Somatom go.Top** produkcji firmy **Siemens**,
- g. Inwentaryzacja budowlana.

2. METODYKA OBLICZANIA WYMAGANEJ GRUBOŚCI OSŁON STAŁYCH

wg PN - 86/J - 80001

2.1 DAWKI TYGODNIOWE PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325) określa :

§ 2.1. konstrukcja ścian, stropów, okien, drzwi oraz zainstalowane urządzenia ochronne w pracowni rentgenowskiej, zabezpiecza osoby pracujące przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej:

w gabinecie rentgenowskim - 6 mSv,

w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim - 3 mSv,

w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie - 0,5 mSv.

§ 3. 1. konstrukcja ścian i stropów oraz okien i drzwi pracowni rentgenowskiej znajdujących się w budynkach mieszkalnych zapobiega otrzymaniu przez osoby z ogółu ludności w roku kalendarzowym dawki skutecznej (efektywnej), związanej z wykorzystywaniem promieniowania jonizującego w pracowni rentgenowskiej, przekraczającej wartość 0,1 mSv.

Do obliczeń przyjęto zgodnie z PN-86/J-80001 wartości dawek tygodniowych równe 1/50 dawek rocznych określonych w rozporządzeniu i odpowiadających im dawek pochłoniętych w powietrzu .

miejsce przebywania osób	przyjęta dawka tygodniowa D	
	μGy	mGy
w gabinecie rentgenowskim	104,40	0,1044
w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim	52,20	0,0522
w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie	8,70	0,0087
osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie, jeśli pracownia rentgenowska znajduje się w budynku mieszkalnym	1,74	0,0017

2.2 CZAS NARAŻENIA NA PROMIENIOWANIE W CIĄGU TYGODNIA

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

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

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

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu

Współczynniki T i U przyjęto zgodnie z punktem 2.3 Normy PN - 86/J – 80001.

2.3 GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

Grubości osłon o wymaganej krotności osłabienia promieniowania k wyznaczono dla odpowiedniego nominalnego napięcia aparatu rtg z krzywej zamieszczonej w normie PN - 86/J – 80001 (rys. 1, rys.2).

2.4 GRUBOŚCI OSŁON Z INNYCH MATERIAŁÓW

Grubości osłon z innych materiałów o określonej gęstości, równoważne wyznaczonej grubości osłony ołowiowej przyjęto zgodnie z zamieszczonymi w normie PN - 86/J – 80001 tabelami (tabl. 4 do 9).

2.5 OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM PRZEZ WODĘ LUB TKANKĘ

bez uwzględniania promieniowania ubocznego

zredukowana moc dawki C_1

$$C_1 = \frac{D \cdot L^2}{I \cdot t} \quad [\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}]$$

D - jak w pkt. 2.1 [μGy]

L - najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego [m]

t - jak w pkt. 2.1 [h], I - jak w pkt. 2.1

grubości osłon

Dla obliczonej zredukowanej mocy dawki C_1 wyznaczona zostaje grubość osłony z ołowiu dla odpowiedniego nominalnego napięcia aparatu rtg z krzywej zamieszczonej w normie PN - 86/J – 80001 (rys. 3). Grubości osłon ze stali, barytobetonu, betonu lub cegły wyznaczono mnożąc otrzymaną grubość ołowiu przez współczynnik podany w tabeli nr 10 normy PN - 86/J – 80001.

2.6 OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM bez uwzględniania promieniowania ubocznego

zredukowana moc dawki C_2

$$C_2 = \frac{D \cdot L^2 \cdot f^2}{I \cdot t \cdot s} \quad [\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}]$$

D, L, I, t - jak w pkt. 2.2

f - odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od ogniska lampy rtg [m]

s - rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego, na który pada promieniowanie, na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiązki pierwotnej promieniowania w odległości f [m²]

grubość osłon

Dla obliczonej zredukowanej mocy dawki C_2 wyznaczona zostaje grubość osłony z ołowiu dla maksymalnego napięcia stosowanego na lampie rtg z krzywej zamieszczonej w normie PN - 86/J – 80001 (rys. 4). Warunkiem korzystania z krzywych jest $l \geq 0,5$ m.

Jeśli materiałem nie jest cegła lub beton odczytaną wartość należy pomnożyć przez odpowiedni współczynnik z tabeli nr 11 normy PN - 86/J – 80001.

2.7 OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM I PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

moc dawki promieniowania ubocznego \check{D}_u

Zgodnie z pkt. 2.5.4 Normy PN - 86/J – 80001 jeśli nie ma możliwości przyjęcia wartości mocy dawki na podstawie dokumentacji technicznej lampy rtg, należy przyjąć maksymalną wartość określoną w przepisach. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. Nr 180 poz.1325) w § 31 określa, że w zestawach rentgenowskich lampy rentgenowskie mogą być używane jedynie w kołpakach, głowicach lub w innych urządzeniach tak zabezpieczających przed promieniowaniem ubocznym, aby w odległości 1 m od ogniska lampy, przy całkowicie przesłoniętym wylocie wiązki promieniowania oraz przy maksymalnym napięciu i maksymalnym obciążeniu lampy w czasie 1 godziny, moc dawki promieniowania nie przekraczała:

- 1) 0,25 mGy/h - dla aparatów rentgenowskich stomatologicznych do zdjęć zewnątrzustnych,
- 2) 1,0 mGy/h - dla wszystkich pozostałych rodzajów diagnostycznych i zabiegowych aparatów rentgenowskich.

W takim przypadku należy przyjąć wartość moc dawki promieniowania ubocznego \check{D}_u jako maksymalną wartość określoną w powyższym rozporządzeniu jako $\check{D}_u = 1,0$ mGy/h.

tygodniowa dawka promieniowania ubocznego D_u

$$D_u = \check{D}_u \cdot t$$

\check{D}_u - moc dawki promieniowania ubocznego wyznaczona zgodnie z pkt.2.5.1

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym

grubość osłon

Jeżeli dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej grubość osłony można pozostać bez zmiany.

3 . PRZEDMIOT PROJEKTU

Przedmiotem projektu jest obliczenie wymaganej grubości osłon stałych przed promieniowaniem rtg dla Gabinetu Tomografii Komputerowej, który znajduje się w przyziemiu Budynku Głównego B Zespołu Opieki Zdrowotnej w Chełmnie Pl. Rydygiera 1, 86-200 Chełmno .

W Gabinecie Tomografii Komputerowej **nastąpi wymiana tomografu komputerowego.**

Na miejsce dotychczas stosowanego, zostanie zainstalowany tomograf komputerowy **SOMATOM go.Top** produkcji firmy **Siemens.**

Zgodnie z § 5. 1. rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dziennik Ustaw Nr 180 pozycja 1325) powierzchnia gabinetu rentgenowskiego, w którym zainstalowany jest aparat rentgenowski, nie może być mniejsza niż 15 m^2 , wysokość pomieszczenia nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia pomieszczenia tomografu komputerowego wynosi $31,5 \text{ m}^2$, a jego wysokość mierzona między stropami wynosi 3,2 m .

Wymiary pomieszczenia spełniają więc wymagania przepisów odnośnie możliwości zainstalowania tomografu komputerowego.

Rzut poziomy fragmentu kondygnacji w skali 1:50 z usytuowaniem Pracowni Tomografii Komputerowej jest przedstawiony na rys. nr 1.

4. OPIS OSŁON STAŁYCH

osłona AB	
opis przegrody budowlanej	ściana zewnętrzna
pomieszczenie za osłoną	nie ma – teren zewnętrzny
konstrukcja przegrody	<ul style="list-style-type: none"> • tynk zewnętrzny • izolacja termiczna • cegła ceramiczna kratówka gr. 380 mm • tynk c-w
dodatkowa osłona	tynk barytobetonowy o gęstości 2,7 g/cm ³ gr. 11 mm
przyjęta do obliczeń grubość materiału	cegła ceramiczna o gęstości 1,6 g/cm ³ gr. 190 mm (przyjęto, że drażenia w cegle stanowią 50% jej objętości)
równoważnik grubości ołowiu osłony	3,7 mm Pb dla napięcia 100 kV
drzwi, okna	okna O1, O2, O3 – 105/200 z ochroną przed promieniowaniem równoważną 1,0 mm ołowiu
osłona BC	
opis przegrody budowlanej	ściana wewnętrzna
pomieszczenie za osłoną	sterownia
konstrukcja przegrody	<ul style="list-style-type: none"> • cegła ceramiczna dziurawka gr. 6 cm • obustronny tynk c-w
dodatkowa osłona	obustronny tynk barytobetonowy o gęstości 2,7 g/cm ³ gr. 10 + 8 mm
przyjęta do obliczeń grubość materiału	cegła ceramiczna o gęstości 1,6 g/cm ³ gr. 30 mm (przyjęto, że drażenia w cegle stanowią 50% jej objętości)
równoważnik grubości ołowiu osłony	2,3 mm Pb dla napięcia 100 kV
drzwi, okna	okno podglądowe O1 o równoważniku ołowiu równym 2,0 mm ołowiu
osłona CD	
opis przegrody budowlanej	ściana wewnętrzna
pomieszczenie za osłoną	pom. przygotowania pacjenta
konstrukcja przegrody	<ul style="list-style-type: none"> • cegła ceramiczna dziurawka gr. 6 cm • obustronny tynk c-w
dodatkowa osłona	tynk barytobetonowy o gęstości 2,7 g/cm ³ gr. 5 mm
przyjęta do obliczeń grubość materiału	cegła ceramiczna o gęstości 1,6 g/cm ³ gr. 30 mm (przyjęto, że drażenia w cegle stanowią 50% jej objętości)
równoważnik grubości ołowiu osłony	0,8 mm Pb dla napięcia 100 kV
drzwi, okna	drzwi D1 o równoważniku ołowiu równym 1,0 mm ołowiu

PROJEKT OSŁON STAŁYCH

osłona	DE
opis przegrody budowlanej	ściana wewnętrzna
pomieszczenie za osłoną	korytarz
konstrukcja przegrody	<ul style="list-style-type: none"> cegła ceramiczna dziurawka gr. 25 cm obustronny tynk c-w
dodatkowa osłona	tynk barytobetonowy o gęstości 2,7 g/cm ³ gr. 8 mm
przyjęta do obliczeń grubość materiału	cegła ceramiczna o gęstości 1,6 g/cm ³ gr. 125 mm (przyjęto, że drażenia w cegle stanowią 50% jej objętości)
równoważnik grubości ołowiu osłony	2,5 mm Pb dla napięcia 100 kV
drzwi, okna	drzwi D2 o równoważniku ołowiu równym 1,0 mm ołowiu

osłona	EF
opis przegrody budowlanej	ściana wewnętrzna
pomieszczenie za osłoną	wc
konstrukcja przegrody	<ul style="list-style-type: none"> cegła ceramiczna dziurawka gr. 6 cm obustronny tynk c-w
dodatkowa osłona	tynk barytobetonowy o gęstości 2,7 g/cm ³ gr. 5 mm
przyjęta do obliczeń grubość materiału	cegła ceramiczna o gęstości 1,6 g/cm ³ gr. 30 mm (przyjęto, że drażenia w cegle stanowią 50% jej objętości)
równoważnik grubości ołowiu osłony	0,8 mm Pb dla napięcia 100 kV

osłona	FA
opis przegrody budowlanej	ściana wewnętrzna
pomieszczenie za osłoną	myjnia endoskopowa
konstrukcja przegrody	<ul style="list-style-type: none"> cegła ceramiczna dziurawka gr. 6 cm obustronny tynk c-w
dodatkowa osłona	tynk barytobetonowy o gęstości 2,7 g/cm ³ gr. 6 mm
przyjęta do obliczeń grubość materiału	cegła ceramiczna o gęstości 1,6 g/cm ³ gr. 30 mm (przyjęto, że drażenia w cegle stanowią 50% jej objętości)
równoważnik grubości ołowiu osłony	1,0 mm Pb dla napięcia 100 kV

osłona	SG
opis przegrody budowlanej	strop górny
pomieszczenie za osłoną	pomieszczenia szpitalne
konstrukcja przegrody	strop ACKERMANA <ul style="list-style-type: none"> • pustaki ceramiczne gr. 18 cm • nadbeton gr. 3 cm
dodatkowa osłona	tynek barytobetonowy o gęstości 2,7 g/cm ³ gr. 15 mm
przyjęta do obliczeń grubość materiału	<ul style="list-style-type: none"> • materiał ceramiczny o gęstości 1,6 g/cm³ , gr. 72 mm (przyjęto, że drążenia w pustaku stanowią 60% objętości) • beton o gęstości 2,2 g/cm³ , gr. 30 mm
równoważnik grubości ołowiu osłony	3,0 mm Pb dla napięcia 100 kV

osłona	SD
opis przegrody budowlanej	strop dolny
pomieszczenie za osłoną	magazyny
konstrukcja przegrody	strop ACKERMANA <ul style="list-style-type: none"> • pustaki ceramiczne gr. 18 cm • nadbeton gr. 3 cm
dodatkowa osłona	tynek barytobetonowy o gęstości 2,7 g/cm ³ gr. 5 mm
przyjęta do obliczeń grubość materiału	<ul style="list-style-type: none"> • materiał ceramiczny o gęstości 1,6 g/cm³ , gr. 72 mm (przyjęto, że drążenia w pustaku stanowią 60% objętości) • beton o gęstości 2,2 g/cm³ , gr. 30 mm
równoważnik grubości ołowiu osłony	1,6 mm Pb dla napięcia 100 kV

5. APARATURA RADIOLOGICZNA

PODSTAWOWE PARAMETRY APARATU RTG

Typ aparatu	tomograf komputerowy
Nazwa aparatu	SOMATOM go.Top
Producent	SIEMENS

GENERATOR

Moc	kW	75
Napięcie anodowe	kV	70 - 140
Prąd anodowy	mA	13 - 825

LAMPA RTG

Typ	-	Athlon
Ognisko lampy wg normy IEC 336	-	0,8 x 0,8
Czas obrotu	s	0.33 - 2,0

GANTRY

średnica użytkowa	cm	70
SID	cm	97,6

AKWIZYCJA DANYCH

Liczba rzędów detektora	-	64
Grubość warstw	mm	0,6
Liczba elementów	cm	53 760

6. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

- a. Podstawowymi procedurami tomograficznymi wykonywanymi w Pracowni Tomografii Komputerowej będą :
1. TK głowy z kontrastem i bez kontrastu
 2. TK szyi z kontrastem i bez kontrastu
 3. TK klatki piersiowej z kontrastem i bez kontrastu
 4. TK jamy brzusznej z kontrastem i bez kontrastu
 5. TK jamy brzusznej wielofazowe
 6. TK kręgosłupa piersiowego z kontrastem i bez kontrastu
 7. TK kręgosłupa lędźwiowego z kontrastem i bez kontrastu
 8. ANGIO-TK głowy
 9. ANGIO-TK tt szyjnych
 10. ANGIO-TK klatki piersiowej
 11. ANGIO-TK jamy brzusznej
 12. ANGIO-TK kończyn dolnych
- b. Przyjęto, że wiązka pierwotna jest całkowicie pochłaniana w gantry tomografu komputerowego, dlatego analizę wymaganej ochronności osłon stałych ograniczono do narażenia jakie pochodzi od promieniowania rozproszonego od ciała pacjenta, oraz promieniowania rozproszonego od wielowarstwowej struktury detektorów ceramicznych umieszczonych na wewnętrznym obwodzie gantry tomografu,
- c. Przyjęto, że maksymalne parametry ekspozycji dla realizowanych procedur wynosić będą:
1. **napięcie na lampie $U = 120 \text{ kV}$**
 2. **prąd anodowy $I = 100 \text{ mA}$**
 3. **czas skanu $t = 10 \text{ s}$**
- d. Odczytów z diagramów zamieszczonych w Normie dokonano dla napięcia 100 kV co jest wystarczającym przybliżeniem dla przyjętego nominalnego napięcia równego 120 kV,
- e. We wnioskach końcowych dokonano końcowej analizy równoważnika ołowiu dla istniejących osłon stałych przyjmując jako odniesienie maksymalne wartości grubości osłon z ołowiu obliczone dla promieniowania rozproszonego od tkanki pacjenta oraz od elementów gantry.

7. PARAMETRY PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ

7.1 PARAMETRY EKSPOZYCJI

Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
nominalne napięcie	U	kV	120
nominalne natężenie prądu anodowego	I	mA	100
maksymalny czas akwizycji	t_s	s	10
liczba protokołów tygodniowo	-	-	100
czas pracy źródła w ciągu tygodnia	t_o	min	16,67
		h	0,278
szerokość matrycy detektorów	l	mm	38,4
powierzchnia rozpraszająca	s	m ²	0,0015
SID	f	m	0,976
	f ² /s	-	635

7.2 DAWKI TYGODNIOWE

osłona	pomieszczenie za osłoną	współczynnik prawdopodobieństwa przebywania ludzi za osłoną	przyjęta dawka tygodniowa D	
			μGy	mGy
AB	teren zewnętrzny	0,05	8,70	0,0087
BC	sterownia	1,0	52,20	0,0522
CD	pokój przygotowania pacjenta	0,25	8,70	0,0087
DE	korytarz	0,25	8,70	0,0087
EF	wc	0,25	8,70	0,0087
FA	myjnia endoskopowa	0,25	8,70	0,0087
SG	pom. szpitalne	1,0	8,70	0,0087
SD	magazyny	0,25	8,70	0,0087

7.3 CZAS NARAŻENIA NA PROMIENIOWANIE ROZPROSZONE W CIĄGU TYGODNIA

osłona	całkowity czas ekspozycji	współczynnik prawdopodobieństwa przebywania ludzi	współczynnik prawdopodobieństwa skierowania wiązki użytecznej	czas narażenia w ciągu tygodnia
	t ₀ [godz]	T	U	t [godz]
AB	0,278	0,05	1	0,014
BC	0,278	1,00	1	0,278
CD	0,278	0,25	1	0,069
DE	0,278	0,25	1	0,069
EF	0,278	0,25	1	0,069
FA	0,278	0,25	1	0,069
SG	0,278	1,00	1	0,278
SD	0,278	0,25	1	0,069

Współczynniki T i U przyjęto zgodnie z punktem 2.3 Normy PN - 86/J – 80001 dla promieniowania rozproszonego, oraz przeznaczeniem funkcjonalnym pomieszczeń znajdujących się za osłonami stałymi.

8. WYNIKI OBLICZEŃ

Równoważniki grubości ołowiu istniejących osłon oraz wymaganą grubość ołowiu dla osłon stałych odczytano z diagramów zamieszczonych w PN-86/J-80001 dla napięcia 100 kV.

8.1 OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM PRZEZ WODĘ LUB TKANKĘ

bez uwzględniania promieniowania ubocznego

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego m	zredukowana moc dawki C ₁ -	odczytana wymagana grubość ołowiu mm Pb
AB	2,56	41,1	0,42
BC	3,43	22,1	0,55
CD	3,41	14,6	0,65
DE	4,03	20,3	0,55
EF	2,38	7,1	0,80
FA	2,28	6,5	0,87
SG	2,20	1,5	1,45
SD	1,50	2,8	1,20

8.2 OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM ROZPROSZONYM

bez uwzględniania promieniowania ubocznego

osłona	odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego m	zredukowana moc dawki C ₂ -	odczytana wymagana grubość ołowiu mm Pb	obliczona wymagana grubość ołowiu mm Pb
AB	2,56	26 070	< 0,1	< 0,1
BC	3,43	14 040	< 0,1	< 0,1
CD	3,41	9 251	< 0,1	< 0,1
DE	4,03	12 921	< 0,1	< 0,1
EF	2,38	4 507	< 0,1	< 0,1
FA	2,28	4 136	< 0,1	< 0,1
SG	2,20	963	< 0,1	< 0,1
SD	1,50	1 790	< 0,1	< 0,1

8.3 OSŁONY PRZED PROMIENIOWANIEM UBOCZNYM

tygodniowa dawka promieniowania ubocznego

$$D_u = \dot{D}_u \cdot t$$

D_u - tygodniowa dawka promieniowania ubocznego

\dot{D}_u - moc dawki promieniowania ubocznego

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym.

tygodniowa dawka promieniowania ubocznego w miejscu osłanianym

$$D_{ul} = D_u / l^2$$

D_u - tygodniowa dawka promieniowania ubocznego

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

l - odległość miejsca osłanianego od źródła promieniowania

tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną

$$D_{uo} = D_{ul} / k$$

D_{uo} - tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną

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

k - krotność osłabienia promieniowania X przez osłonę

wartość mocy dawki promieniowania ubocznego

Do obliczeń przyjęto wartość mocy dawki promieniowania ubocznego równą $\dot{D}_u = 1,0 \text{ mGy/h} = 1\,000 \text{ }\mu\text{Gy/h}$.

WYNIKI OBLICZEŃ DAWKI PROMIENIOWANIA UBOCZNEGO

osłona	czas narażenia	dawka prom. ubocznego	dawka prom. ubocznego w odległości l	równoważnik ołowiu osłony	krotność osłabienia osłony	dawka prom. ubocznego za osłoną	dawka dopuszczalna za osłoną	% dawki dopuszczalnej
	t h	D _u μGy	D _{ul} μGy	- mm Pb	k -	D _{uo} μGy	D _d μGy	D _{uo} /D _d %
AB	0,014	13,9	2,1	3,7	220 000	0,00001	8,70	0,0001
BC	0,278	277,8	23,6	2,3	15 000	0,00157	52,20	0,0030
CD	0,069	69,4	6,0	0,8	180	0,03318	8,70	0,3814
DE	0,069	69,4	4,3	2,5	21 000	0,00020	8,70	0,0023
EF	0,069	69,4	12,3	0,8	180	0,06811	8,70	0,7829
FA	0,069	69,4	13,4	1,0	350	0,03817	8,70	0,4387
SG	0,278	277,8	57,4	3,0	65 000	0,00088	8,70	0,0101
SD	0,069	69,4	30,9	1,6	2 200	0,01403	8,70	0,1613

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

8.4 OBLICZONE GRUBOŚCI OSŁON Z OŁOWIU

Równoważniki grubości ołowiu istniejących osłon oraz wymaganą grubość ołowiu dla osłon stałych odczytano z diagramów zamieszczonych w PN-86/J-80001 dla napięcia 100 kV.

osłona	obliczona grubość osłony z ołowiu przed promieniowaniem rozproszonym		wymagana grubość osłony z ołowiu
	od tkanki	od detektorów ceramicznych	
	mm Pb	mm Pb	mm Pb
AB	0,42	< 0,1	0,4
BC	0,55	< 0,1	0,6
CD	0,65	< 0,1	0,7
DE	0,55	< 0,1	0,6
EF	0,80	< 0,1	0,8
FA	0,87	< 0,1	0,9
SG	1,45	< 0,1	1,5
SD	1,20	< 0,1	1,2

Przyjęta wymagana wartość grubości warstwy ołowiu [mm Pb] jest największą obliczoną wartością dla danej osłony stałej uwzględniającą promieniowanie rozproszone od tkanki oraz od warstwy detektorów ceramicznych.

Jeżeli wartość odczytanej z nomogramów grubości ołowiu dla danej osłony jest poniżej wartości < 0,1 mm Pb, to zgodnie z zasadą ALARA oraz zasadą pesymizacji przyjęto wymaganą wartość grubości osłony równą 0,1 mm Pb .

9. WNIOSKI KOŃCOWE

9.1 Zestawienie wymaganych grubości osłon z ołowiu

osłona	wymagana grubość osłony z ołowiu	równoważnik grubości ołowiu istniejącej osłony	wymagana dodatkowa osłona
	mm Pb	mm Pb	mm Pb
AB	0,4	3,7	0,0
BC	0,6	2,3	0,0
CD	0,7	0,8	0,0
DE	0,6	2,5	0,0
EF	0,8	0,8	0,0
FA	0,9	1,0	0,0
SG	1,5	3,0	0,0
SD	1,2	1,6	0,0
odczytów dokonano dla napięcia 100 kV			

Projekt osłon stałych został wykonany zgodnie z Polską Normą PN-86/J-80001 - Obliczenia osłon stałych, w oparciu o dane techniczne aparatury rentgenodiagnostycznej podane przez producenta, z uwzględnieniem deklarowanej przez użytkownika liczby ekspozycji oraz maksymalnych parametrów ekspozycji dla procedur medycznych radiologicznych, oraz własnościami materiałów budowlanych przegród budowlanych określonych w dokumentacji projektowej.

Z przytoczonych obliczeń wynika, że równoważniki ołowiu istniejących przegród budowlanych są wystarczające dla zapewnienia ochrony przed promieniowaniem rtg w trakcie realizacji medycznych procedur radiologicznych przy założonej przez użytkownika liczbie ekspozycji.

10. WYMAGANIA DLA GABINETÓW TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ

Szczegółowe przepisy dotyczące warunków pracy aparatów rentgenodiagnostycznych oraz pracowni rentgenowskich są zawarte w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. nr 180 poz. 1325). Przedstawiono poniżej podstawowe wymagania dotyczące pracowni rtg i aparatów rentgenodiagnostycznych

Wymagania dla pracowni i gabinetów rentgenowskich

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 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.

Konstrukcja ścian i stropów oraz okien i drzwi pracowni rentgenowskiej znajdujących się w budynkach mieszkalnych zapobiega otrzymaniu przez osoby z ogółu ludności w roku kalendarzowym dawki skutecznej (efektywnej), związanej z wykorzystywaniem promieniowania jonizującego w pracowni rentgenowskiej, przekraczającej wartość 0,1 mSv.

Wysokość gabinetu

Wysokość gabinetu rentgenowskiego nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia gabinetu

Powierzchnia gabinetu rentgenowskiego, w którym jest zainstalowany aparat rentgenowski nie może być mniejsza niż 15 m².

Wentylacja gabinetu RTG

Gabinety rentgenowskie diagnostyczne powinny być wyposażone w wentylację zapewniającą co najmniej 1,5-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny.

Sprzęt ochronny

Diagnostyczne pracownie rentgenowskie są wyposażone w sprzęt ochronny przed promieniowaniem rentgenowskim dobrany do typu zainstalowanych aparatów rentgenowskich i rodzaju wykonywanych badań radiologicznych.

W diagnostycznych gabinetach rentgenowskich, w zależności od potrzeb, znajdują się:

- środki ochrony indywidualnej pracowników, w szczególności fartuchy z gumy ołowiowej,
- osłony dla pacjentów, w szczególności fartuchy wykonane z gumy ołowiowej.

Obowiązująca dokumentacja

W pracowni rentgenowskiej znajdują się w oryginale lub uwierzytelnionych odpisach:

- 1) zezwolenie na uruchomienie i stosowanie aparatów rentgenowskich znajdujących się w pracowni i uruchomienie pracowni;

- 2) projekt pracowni lub gabinetu (rzuty pomieszczeń) wraz z projektem i opisem osłon stałych oraz wentylacji, zatwierdzonym przed uruchomieniem aparatu rentgenowskiego przez właściwego państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego przy uzgadnianiu dokumentacji projektowej;
- 3) dokumentacja techniczna dotycząca budowy, działania i obsługi aparatów rentgenowskich, w tym także urządzeń sygnalizacyjnych i blokujących;
- 4) instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania aparatury dozymetrycznej, jeżeli znajdują się w wyposażeniu pracowni;
- 5) protokoły pomiarów dozymetrycznych;
- 6) protokoły pokontrolne;
- 7) dokumenty systemu zarządzania jakością oraz instrukcja ochrony radiologicznej,
- 8) zapisy dotyczące wewnętrznych testów kontroli parametrów technicznych aparatów rentgenowskich i obróbki błon rentgenowskich w ciemni oraz dokumenty spełniania testów akceptacyjnych urządzeń nowo instalowanych;
- 9) ewidencja:
 - a) osób zatrudnionych w pracowni rentgenowskiej w podziale na odpowiednie kategorie narażenia,
 - b) dawek otrzymywanych przez pracowników,
 - c) orzeczeń lekarskich stwierdzających brak przeciwwskazań do pracy pracowników na określonym stanowisku;
- 10) program szkolenia i dokumenty potwierdzające jego realizację.

Nadzór nad ochroną radiologiczną

Nadzór nad ochroną radiologiczną w pracowni rtg powinien sprawować **inspektor ochrony radiologicznej** posiadający aktualne **uprawnienia typu IOR-R** nadane przez **Głównego Inspektora Sanitarnego**.

Zezwolenie na stosowanie aparatu rtg

Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz.U. z 2021 r. poz. 1941 z późn. zm.), nakłada obowiązek na użytkowników aparatów rentgenodiagnostycznych **uzyskania zezwolenia na na stosowanie aparatów rentgenowskich i uruchamianie pracowni rentgenowskich**.

Zezwolenia te wydaje państwowy wojewódzki inspektor sanitarny.

Oświadczenie

Projekt Osłon Stałych odnosi się wyłącznie do opisanego Gabinetu Tomograficznego.

Bez pisemnej zgody autora, projektu nie wolno powielać inaczej jak tylko w całości.

Projekt zawiera :

- 21 stron
- 2 załączniki
- 2 rysunki

mgr fizyki Krystyna Bręczewska-Jankowska

Załącznik Nr 1

ZESTAWIENIE OSŁON STAŁYCH

Opis przegrody budowlanej	osłona	obliczona wymagana grubość ołowiu	równoważnik grubości ołowiu osłony	minimalna grubość dodatkowej osłony	uwagi proponowany materiał i grubość dodatkowej osłony
		mm Pb	mm Pb	mm Pb	
ŚCIANY					
zewnątrzna	AB	0,4	3,7	0,0	Ściana nie wymaga zastosowania dodatkowej osłony przed promieniowaniem X.
zewnątrzna	BC	0,6	2,3	0,0	Ściana nie wymaga zastosowania dodatkowej osłony przed promieniowaniem X.
wewnętrzna	CD	0,7	0,8	0,0	Ściana nie wymaga zastosowania dodatkowej osłony przed promieniowaniem X.
wewnętrzna	DE	0,6	2,5	0,0	Ściana nie wymaga zastosowania dodatkowej osłony przed promieniowaniem X.
wewnętrzna	EF	0,8	0,8	0,0	Ściana nie wymaga zastosowania dodatkowej osłony przed promieniowaniem X.
wewnętrzna	FA	0,9	1,0	0,0	Ściana nie wymaga zastosowania dodatkowej osłony przed promieniowaniem X.
STROPY					
górny	SG	1,5	3,0	0,0	Strop nie wymaga zastosowania dodatkowej osłony przed promieniowaniem X.
dolny	SD	1,2	1,6	0,0	Strop nie wymaga zastosowania dodatkowej osłony przed promieniowaniem X.

Załącznik Nr 2

ZESTAWIENIE DRZWI I OKIEN

Opis	osłona	obliczona wymagana grubość ołowiu	równoważnik ołowiu drzwi/okien	uwagi proponowany materiał i grubość dodatkowej osłony
okna O1, O2,O3	AB	0,4	1,0	Okna mają wystarczającą osłonę przed promieniowaniem rtg.
Okno podglądowe O4	BC	0,6	2,0	Okno podglądowe ma wystarczającą osłonę przed promieniowaniem rtg.
drzwi D1	CD	0,7	1,0	Drzwi mają wystarczającą osłonę przed promieniowaniem rtg.
drzwi D2	DE	0,6	1,0	Drzwi mają wystarczającą osłonę przed promieniowaniem rtg.