

**OBLICZANIE OSŁON STAŁYCH
PRZED PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM DLA PRACOWNI
HEMODYNAMIKI NR 1 Z APARATEM RENTGENOWSKIM
ANGIOGRAF ARTIS Q. ZEN FIRMY SIEMENS**



Październik 2023

I. Część opisowa

Podstawa opracowania.

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

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

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

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

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

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 grudnia 2006r. w sprawie nadzoru i kontroli w zakresie przestrzegania warunków ochrony radiologicznej w jednostkach organizacyjnych stosujących aparaty rentgenowskie do celów diagnostyki medycznej, radiologii zabiegowej, radioterapii, radioterapii powierzchniowej i radioterapii schorzeń nienowotworowych,
(Dz.U. 1 poz.11)

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

\

1. Lokalizacja.

Przedmiotem opracowania jest obliczenie osłon stałych dla istniejącej Pracowni Hemodynamiki nr 1 zlokalizowanej na I piętrze jednopiętrowego budynku Szpitala w Ostrowie Wlkp , ul. Limanowskiego 20/22.

W Pracowni Hemodynamiki zostanie zainstalowany w miejsce aparatu rtg Artis Zee Floor firmy Siemens, aparat rtg Artis Q. zen firmy Siemens

Zaletą angiografu jest nowa lampa rentgenowska. Zawiera specjalnie kształtowane paski wolframu zamiast tradycyjnych włókien żarzenia. Znajduje to przełożenie wprost na jakość uzyskiwanego obrazu. Według danych producenta, lampa GIGALIX zapewnia aż do 70% lepszą widoczność małych naczyń w porównaniu do rozwiązań z klasycznymi żarnikami. Dzięki większej wydajności, dodatkowej filtracji i ultra-szybkemu przełączaniu napięcia, możliwe jest uzyskiwanie obrazu o tej samej jakości przy dawkach nawet o 60% mniejszych.

W Artis Q. zen zastosowano nowy rodzaj detektora. Do jego wytworzenia wykorzystano podłoże z krzemu krystalicznego.. Materiał ten znany jest zapewne większości właścicieli płaskich kolektorów słonecznych. Uporządkowana struktura półprzewodnika gwarantuje lepszy stosunek sygnału do szumu elektronicznego; zastosowana w medycynie umożliwia obrazowanie rentgenowskie z wyjątkowo niską dawką – nawet do 6 nGy na impuls.

Powierzchnia pracowni wynosi **37.38 m²**, a wysokość **3.3 m**.

Pracownia hemodynamiki sąsiaduje z:

AB, BC – pomieszczenie techniczne, magazyny odzieży, drzwi;

CD – korytarz;

DE, EF – pomieszczenie dezynfekcji, pomieszczenie techniczne, drzwi ;

FG – pomieszczenie przygotowania pacjenta, drzwi;

GH – pomieszczenie przygotowania personelu, drzwi;

HA – sterownia, drzwi, okienko obserwacyjne;

Posadzka – rejestracja, poczekalnia;

Strop – stropodach

2. Wymagania dla pracowni.

2.1 Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia powierzchnia pomieszczenia pracowni rentgenowskiej do radiologii zabiegowej powinna być nie mniejsza niż 20 m². Ustawienie aparatu w gabinecie rtg zapewni swobodny dostęp do pacjenta co najmniej z dwóch stron, a odległość ogniska lampy od najbliższej ściany wynosić będzie 1,5 metra przy pionowym kierunku wiązki promieniowania.

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

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

3. Wentylacja .

W pracowni hemodynamiki nr 1 oraz sterowni istnieje wentylacja mechaniczna nawiewno-wyiewna zapewniająca min. 1,5 - krotną wymianę powietrza na godzinę.

Przegląd wentylacji co roku. (Dz.U. 2006 nr 180 poz. 1325).

Powinna być zapewniona odpowiednia temperatura wymagana przez producenta aparatu.

4. Wyposażenie technologiczne.

W skład aparatu Artis Q. zen wchodzi:

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

5. Wyposażenie dodatkowe pracowni rentgenowskiej.

Pracownia hemodynamiki nr 1 wyposażona będzie w:

- fartuchy ochronne z gumy ołowiowej,
- półfartuchy ochronne z gumy ołowiowej,
- kołnierze z gumy ołowiowej,
- okulary ochronne ze szkła ołowiowego,
- parawany ochronne z gumy ołowiowej i ze szkła ołowianego montowane wokół aparatu.

6. Oznakowanie pomieszczeń.

Drzwi do pracowni oznakowane będą tablicą informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym zgodną ze wzorem określonym w załączniku nr 1 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 22 sierpnia 2006.

7. Oświetlenie ostrzegawcze.

Nad drzwiami prowadzącymi do pracowni rtg winna być zamontowana sygnalizacja świetlno-ostrzegawcze, która wskazywać będzie włączenie wyłącznika aparatu rtg.

8. Komunikacja pomiędzy personelem i pacjentem.

Musi być zapewniona łączność głosowa i wizualna pomiędzy personelem przebywającym w sterowni, a pacjentem w gabinecie rentgenowskim.

9. WC dla pacjentów i personelu oraz pokój socjalny personelu.

WC dla pacjentów znajduje się na korytarzu, obok pracowni.

Toaleta oraz pokój socjalny dla personelu zlokalizowane są w sąsiedztwie pracowni.

10. Obsługa aparatu rtg.

Badania wykonywać będą lekarze, technicy rtg i pielęgniarki przeszkoleni w tym zakresie. Nadzór nad gabinetem z aparatem rtg sprawować będzie Inspektor Ochrony Radiologicznej.

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

Personel musi posiadać certyfikat Ochrony Radiologicznej Pacjenta.

11. Struktura pracowni.

W pracowni badaniom będą poddawani pacjenci szpitalni i ambulatoryjni.

Przewiduje się przyjmowanie około 25 pacjentów tygodniowo, na jednej zmianie roboczej w systemie dwuzmianowym.

Zapis cyfrowy przeprowadzanych badań. Badania wydawane są pacjentom na płycie CD.

12.0 Zalecenia bezpieczeństwa

Aparat rtg będzie sterowany zza szyby ołowiowej (okienko obserwacyjne o odpowiednim równoważniku ołowiu z zamontowaną szybą ołowiową o wym. 100x80 cm dolna krawędź na wys. 85 cm od poziomu podłogi) za pomocą zestawu komputerowego. Aparat posiada zestaw wyłączników awaryjnych zabezpieczającymi przed ekspozycją, awarią zasilania lub aparatu.

13. Opis istniejących osłon stałych.

Ściana AB, BC, CD, DE, EF, FG, GH, HA – 240 mm silka o gęstości 1.6 g/cm^3 + 12.5 płyta karton-gips + blachą ołowianą o $Pb = 0.5 \text{ mm}$;

Strop – 240 mm strop kanałowy o gęstości 2.1 g/cm^3 + 50 mm wylewka betonowa o gęstości 2.1 g/cm^3 + blacha ołowiana o $Pb = 2 \text{ mm}$.

Posadzka – 270 mm strop żelbetonowy.

Strop - 240 mm strop Ackermanna – gęstożebrowy, monolityczny (strop składa się z pustaków ceramicznych o grubości 230 mm i o gęstości 1.4 g/cm^3 i płyty betonowej o grubości 40 mm i o gęstości 2.2 g/cm^3)

Ściany pracowni będą zbudowane według zestawienia podanego na końcu opracowania.

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

14.0. Wykończenie pomieszczenia pod względem sanitarnym

Ściany i posadzki pomieszczenia powinny być wykonane z materiałów atestowanych, ściany pomalowane farbą nietoksyczną, łatwo zmywalną.

W pracowni znajduje się umywalka. Posadzka z wykładziny antystatycznej.

15.0 Dane techniczne aparatu.

Aparat rentgenowski Artis Q. zen firmy SIEMENS z ramieniem typu „C” jest aparatem do badań angiograficznych

- Napięcie nominalne na lampie: 40 kV - 125 kV;
- Prąd lampy (tryb akwizycji) : 10 mA do 1000 mA
- Prąd lampy (fluoroscopia ciągła): 0.5 mA -50 mA
- Prąd lampy (fluoroscopia pilsacyjna): 15 mA - 250 mA
- Filtracja całkowita: 2.5 mm Al.

Aparat powinien posiadać testy odbiorcze i specjalistyczne wykonane przez firmę posiadającą uprawnienia – akredytację na wykonywanie testów.

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. Dawka tygodniowa przyjmowana do obliczeń.

Do obliczeń przyjęto następujące wartości dawek:

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

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

- W pracowni rtg poza gabinetem rtg:

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

Dla osób z ogółu ludności :

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

- Dla budynków mieszkalnych:

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

1.1.2. Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia.

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

w którym:

T- współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu;

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

t₀- 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**

1.1.3. Osłony przed promieniowaniem pierwotnym

Krotność (k) osłabienia promieniowania przez osłonę.

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

W którym:

D – moc dawki wg PN-86/J-80001 pkt. 2.5.1.1. w odległości 1m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1mA, (cGy*min⁻¹*m²*mA⁻¹);

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

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

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

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

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

1.1.4. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym.

Zredukowana moc dawki

$$C_1 = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I}$$

w którym:

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

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

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

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

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

1.1.5. Dane do obliczeń.

Przewiduje się przyjmowanie około 25 pacjentów tygodniowo, na jednej zmianie roboczej w systemie dwuzmianowym oraz dyżurowym;

- Czas skopii dla jednego pacjenta średnio – 6 min. - 360 s;
- Napięcie na lampie rtg. – do 125 kV;
- Natężenie prądu anodowego lampy – 35 mA;
- Filtracja całkowita – 2.5 mmAl.

1.2. Obliczenia

Założenia:

Przyjęto, że wiązka główna promieniowania X podczas badań skierowana jest na elektroniczny wzmacniacz obrazu E.W.O.

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

1.2.1. Obliczenia czasu (t) narażenia na promieniowanie X – skopia pulsacyjna

$$t_0 = 25 \text{ pacjentów/tydzień} * 360 \text{ s} = 9000 \text{ s/tydz.}$$

1.2.2. Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym

ŚCIANA AB, BC (pomieszczenie, techniczne magazyny odzieży, drzwi)

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

W świetle drzwi obecność personelu oraz osób z populacji jest znacznie mniej prawdopodobna.

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

$$l = 3.1 \text{ m}$$

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

$$I = 35 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (3.1)^2}{0.625 * 35} = 3.8 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi $\sim 1.6 \text{ mm Pb}$ (ekstrapolacja przy max napięciu aparatu 125 kV).

ŚCIANA CD (korytarz)

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

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

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

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

$$I = 35 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (3)^2}{0.625 * 35} = 3.6 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi $\sim 1.6 \text{ mm Pb}$ (ekstrapolacja przy max napięciu aparatu 125 kV).

ŚCIANA DE, EF (pomieszczenie dezynfekcji pomieszczenie techniczne , drzwi)

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

W świetle drzwi obecność personelu oraz osób z populacji jest znacznie mniej prawdopodobna.

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

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

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

$$I = 35 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (2.6)^2}{0.625 * 35} = 2.7 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi $\sim 1.7 \text{ mm Pb}$ (ekstrapolacja przy max napięciu aparatu 125 kV).

ŚCIANA FG (pomieszczenie przygotowania pacjenta, drzwi)

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

W świetle drzwi obecność personelu oraz pacjentów jest znacznie mniej prawdopodobna.

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

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

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

$$I = 35 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (2.6)^2}{0.625 * 35} = 2.7 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi $\sim 1.7 \text{ mm Pb}$ (ekstrapolacja przy max napięciu aparatu 125 kV).

ŚCIANA GH (pomieszczenie przygotowania personelu, drzwi)

W pomieszczeniach obecność personelu jest czasowa - do obliczeń przyjęto $T=0.25$.
W świetle drzwi obecność personelu jest znacznie mniej prawdopodobna.

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

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

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

$$I = 35 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (3.2)^2}{0.625 * 35} = 4.1 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi
~ 1.6 mm Pb (ekstrapolacja przy max napięciu aparatu 125 kV).

ŚCIANA HA (sterownia, drzwi, okienko obserwacyjne)

$$D = 52.2 \mu\text{Gy/tydz.}$$

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

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

$$I = 35 \text{ mA}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{52.2 * (3.2)^2}{2.5 * 35} = 6.1 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi
~ 1.4 mm Pb (ekstrapolacja przy max napięciu aparatu 125 kV).

POSADZKA (rejestracja, poczekalnia)

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

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

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

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

$$I = 35 \text{ mA}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (2.2)^2}{2.5 * 35} = 0.48 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi
~ 2.7 mm Pb (ekstrapolacja przy max napięciu aparatu 125 kV).

STROP – stropodach

Obliczeń nie wykonano – brak pomieszczeń.

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

Zakładając, że wykonamy zdjęcie każdemu pacjentowi:

- Ilość pacjentów tygodniowo na jednej zmianie – 25;
- Czas ekspozycji dla jednego pacjenta – 0.1 s;
- Napięcie na lampie rtg. – do 125 kV;
- Natężenie prądu anodowego lampy – 1000 mA;
- Filtracja całkowita – 2.5 mmAl.

$$t_0 = 25 \text{ pacjentów} * 0.1 \text{ s} = 2.5 \text{ s/tydz.}$$

Czas jest tak mały, że można zredukowaną moc dawki zdjęć pominąć, uwzględniając tylko skopię (grafię wykonuje się bardzo rzadko).

ZESTAWIENIE GRUBOŚCI OSŁON odczyt dla U = 125 kV (wg. PN – 86/J – 80001)
Grubość podano w mm

Miejsce osłanianie	Wymagana grubość osłony z ołowiu (mm)	Osłonność własna (mm)	Istniejąca grubość osłony (mm)
AB, BC	~ 1.6	2.6	240 mm silka + 12.5 płyta karton-gips + blachą ołowianą o Pb = 0.5 mm; Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o Pb = 2.0 mm.
CD	~ 1.6	2.6	240 mm silka + 12.5 płyta karton-gips + blachą ołowianą o Pb = 0.5 mm;
DE, EF	~ 1.7	2.6	240 mm silka + 12.5 płyta karton-gips + blachą ołowianą o Pb = 0.5 mm; Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o Pb = 2.0 mm.
FG	~ 1.7	2.6	240 mm silka + 12.5 płyta karton-gips + blachą ołowianą o Pb = 0.5 mm; Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o Pb = 2.0 mm.
GH	~ 1.6	2.6	240 mm silka + 12.5 płyta karton-gips + blachą ołowianą o Pb = 0.5 mm; Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o Pb = 2.0 mm.
HA	~ 1.4	2.6	240 mm silka + 12.5 płyta karton-gips + blachą ołowianą o Pb = 0.5 mm; Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o Pb = 2.0 mm. Okienko obserwacyjne jest zabezpieczone szkłem ołowianym o równoważniku Pb = 2.0 mm.
Strop Stropodach	brak obliczeń	1.8	240 mm strop Ackermanna Nie potrzeba dodatkowych zabezpieczeń.
Posadzka	~2.7	4.1	270 mm strop żelbetonowy Nie potrzeba dodatkowych zabezpieczeń.

WNIOSKI KOŃCOWE

Ściana AB, BC (pomieszczenie techniczne, magazyny odzieży, drzwi) – grubość wymaganej osłony wynosi 1.6 mm Pb.

Ściana o grubości 240 mm wykonana z silki + 12.5 mm z płyty karton-gips z wkładką ołowianą o Pb = 0.5 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o równoważniku Pb = 2.0 mm.

Ściana CD (korytarz) - grubość wymaganej osłony wynosi 1.6 mm Pb.

Ściana o grubości 240 mm wykonana z silki + 12.5 mm z płyty karton-gips z wkładką ołowianą o Pb = 0.5 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Ściana DE, EF (pomieszczenie dezynfekcji i techniczne, drzwi) – grubość wymaganej osłony wynosi 1.7 mm Pb.

Ściana o grubości 240 mm wykonana z silki + 12.5 mm z płyty karton-gips z wkładką ołowianą o Pb = 0.5 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o równoważniku Pb = 2.0 mm.

Ściana FG (pomieszczenie przygotowania pacjenta, drzwi) – grubość wymaganej osłony wynosi 1.7 mm Pb.

Ściana o grubości 240 mm wykonana z silki + 12.5 mm z płyty karton-gips z wkładką ołowianą o Pb = 0.5 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o równoważniku Pb = 2.0 mm.

Ściana GH (pomieszczenie przygotowania personelu, drzwi) – grubość wymaganej osłony wynosi 1.6 mm Pb.

Ściana o grubości 240 mm wykonana z silki + 12.5 mm z płyty karton-gips z wkładką ołowianą o Pb = 0.5 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o równoważniku Pb = 2.0 mm.

Ściana CD (sterownia, drzwi, okienko obserwacyjne) - grubość wymaganej osłony wynosi 1.4 mm Pb.

Ściana o grubości 240 mm wykonana z silki + 12.5 mm z płyty karton-gips z wkładką ołowianą o Pb = 0.5 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o równoważniku Pb = 2.0 mm.

Okienko obserwacyjne jest zabezpieczone szkłem ołowianym o Pb = 2.0 mm.

Ściana DE (korytarz wew.) - grubość wymaganej osłony wynosi 1.5 mm Pb.

Ściana o grubości 125 mm wykonana z płyty karton-gips z wkładką ołowianą o Pb = 2.0 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Posadzka (rejestracja, poczekalnia) - grubość wymaganej osłony wynosi 2.7 mm Pb.

Strop o grubości 270 mm wykonany z żelbetonu jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Strop – stropodach.

Grubości osłon odczytana dla maksymalnego napięcia 125 kV z rys. 3 PN-86.

Dane dotyczące aktualnych osłon przyjęto na podstawie projektu dostarczonego przez Inwestora, dane techniczne aparatu dostarczył producent aparatu – firma Siemens.

Opracowała: Kinga Kapecka
Inspektor OR

