

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

**OBLICZANIE OSŁON STAŁYCH
PRZED PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM DLA PRACOWNI
RENTGENOWSKIEJ Z DWOMA GABINETAMI RTG**



Luty 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 2021 poz.1941);

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);

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

1. Lokalizacja

Przedmiotem opracowania jest obliczenie osłon stałych dla pracowni rentgenowskiej z dwoma gabinetami rtg:

- gabinet nr 1 - aparat ogólnodiagnostyczny Shimadzu RADspeed Pro firmy Shimadzu
- gabinet nr 2 – aparat ogólnodiagnostyczny Brivo DR-F firmy GE Medical Systems,

Pracownia rentgenowska znajduje się na wysokim parterze budynku Samodzielnego Publicznego Zakładu Opieki Zdrowotnej MSW w Poznaniu ul. Dojazd 34.

Aparaty są wyposażone w cyfrowy detektor promieniowania rentgenowskiego, który posiada zmotoryzowany system pozycjonowania. Wielkość dawki jest mierzona w układzie zintegrowanym z kolimatorem. Stół mobilny, lampa rtg i ścianka do prześwietleń na kolumnach przymocowanych do posadzki, wszystko przy zachowaniu zasady ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

Gabinety posiadają wspólną sterownię

Powierzchnia gabinetu nr 1 wynosi 23.4 m², gabinetu nr 2 wynosi 19.4, wysokość 3.0 m.

Gabinet nr 1 sąsiaduje z:

AB – sterownia, drzwi, okienko obserwacyjne;

BC – wolna przestrzeń;

CD – pomieszczenie opisowe

DE, EF – kabina, drzwi;

FA – korytarz;

Strop – pomieszczenia administracji;

Posadzka - piwnica

Gabinet nr 2 sąsiaduje z:

AB – wolna przestrzeń;

BC – wolna przestrzeń;

CD - sterownia, drzwi, okienko obserwacyjne;

DE – kabina, drzwi;

EF, FG – korytarz wew.;

GA – gabinet USG;

Strop – pomieszczenia administracji;

Posadzka – piwnica.

2. Wymagania dla pracowni.

2.1. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia powierzchnia pomieszczenia pracowni rentgenowskiej powinna być nie mniejsza niż 15 m².

Ustawienie aparatu w pracowni 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. Na każdą następną lampę należy przeznaczyć dodatkowo co najmniej 5 m².

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 w ciągu roku dawki przekraczającej 0.1 mSv.

3. Wentylacja.

W gabinetach rtg oraz sterowni istnieje wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna zapewniająca min. 1,5 - krotną wymianę powietrza na godzinę.

Przeгляд wentylacji co roku.

4. Oznakowanie pomieszczeń.

Drzwi do gabinetów oznakowane będą tablicą informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym zgodną ze wzorem określonym w załączniku nr 1 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006.

5. Oświetlenie ostrzegawcze.

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

- pomieszczenie powinno posiadać na posadzce wykładzinę PCV antystatyczną.
- plafony świetlne (ostrzegawcze) „Promieniowanie X – nie wchodzić” nad drzwiami.

Na drzwiach winny znajdować się napisy informacyjne o rodzaju pomieszczenia, a na drzwiach do pracowni rtg winien znajdować się dodatkowo znak ostrzegawczy (przed promieniowaniem jonizującym).

6. Wyposażenie pracowni rentgenowskiej.

- fartuchy z gumy łożawianej,
- osłona na gonady 1 mm Pb,
- umywalka.

7. Sterowanie aparatami.

Aparaty rtg włączane są ze wspólnej sterowni.

8. Zalecenia bezpieczeństwa

Aparat rtg będą sterowane ze sterowni zza szyby łożawianej (okienko obserwacyjne o odpowiednim równoważniku łożawiu z zamontowaną szybą łożawianą o wym. 80 x 80 cm dolna krawędź na wys. 85 cm od poziomu podłogi). Aparat posiada zestaw wyłączników awaryjnych zabezpieczającymi przed ekspozycją, awarią zasilania lub aparatu.

9. Struktura pracowni.

W gabinetach rtg badaniom będą poddawani pacjenci szpitalni i ambulatoryjni.

W gabinecie nr 1 przewiduje się przyjmowanie około 200 pacjentów tygodniowo na jednej zmianie roboczej:

- 100 ekspozycji – zdjęcia na stole,
- 100 ekspozycji – zdjęcia przy statywie.

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

W gabinecie nr 2 przewiduje się przyjmowanie około 70 pacjentów tygodniowo na jednej zmianie roboczej:

- 20 ekspozycji – zdjęcia na stole,
- 50 ekspozycji – zdjęcia przy statywie.

Zapis cyfrowy przeprowadzanych badań.

Pacjenci będą się rozbierać w kabinie.

10. Toaleta dla pacjentów i personelu.

Wejście do toalety dla pacjentów znajduje się obok pracowni.

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

11. Obsługa urządzeń rtg.

Aparat rtg będzie obsługiwany ze sterowni za pomocą konsoli sterowniczej. Obróbka obrazu po badaniu odbywać się będzie komputerowo. Badania wykonywać będą lekarze radiolodzy i technicy rtg przeszkoleni w tym zakresie. Nadzór nad gabinetem z aparatem rtg sprawować będzie Inspektor Ochrony Radiologicznej.

Personel posiada certyfikat ze szkolenia „Ochrona Radiologiczna Pacjenta”. Personel winien być objęty kontrolą dawek indywidualnych lub środowiska pracy oraz posiadać aktualne badania lekarskie.

12. Komunikacja pomiędzy personelem i pacjentem.

Musi być zapewniona łączność głosowa i wizualna pomiędzy personelem przebywającym w sterowni, a pacjentem w gabinecie rentgenowskim. Łączność głosowa będzie realizowana poprzez interkom, łączność wizualna poprzez okienko obserwacyjne.

13. Ciemnia (brak)

Aparaty współdziałają z systemem radiowizjografii cyfrowej.

Badania wydawane są pacjentom na płycie CD

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

14. Opis istniejących osłon stałych.

Gabinet nr 1

Ściana AB – panel karton-gips o grubości 240 mm z blachą ołowiowa o $P_b = 1.0$ mm,

Ściana BC – 350 mm cegła pełna o gęstości $1.9 \text{ g/cm}^3 + 20$ mm tynk cementowo-wapienny ;

Ściana CD, FA - 250 mm cegła pełna o gęstości $1.9 \text{ g/cm}^3 + 20$ mm tynk cementowo-wapienny ;

Ściana DE, EF – panel karton-gips o grubości 240 mm z blachą ołowiowa o $P_b = 1.0$ mm,

Strop – 200 mm żelbeton o gęstości 2.2 g/cm^3 ,

Posadzka - 200 mm żelbeton o gęstości 2.2 g/cm^3

Gabinet nr 2

Ściana AB, BC – 350 mm cegła pełna o gęstości $1.9 \text{ g/cm}^3 + 20$ mm tynk cementowo-wapienny ;

Ściana CD, DE, EF, FG – panel karton-gips o grubości 240 mm z blachą ołowiowa o $P_b = 1.0$ mm,

Ściana GA – 250 mm cegła pełna o gęstości $1.9 \text{ g/cm}^3 + 20$ mm tynk cementowo-wapienny ;

Strop – 200 mm żelbeton o gęstości 2.2 g/cm^3 ,

Posadzka - 200 mm żelbeton 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.

15. Dane techniczne aparatu.

Aparat rentgenowski Shimadzu jest aparatem do badań ogólnodiagnostycznych

- Napięcie nominalne na lampie: 40- 150 kV;
- Prąd: 0.5 mA - 630 mA;
- Filtracja całkowita: ≥ 2.5 mm Al;

Aparat rentgenowski Brivo DR-F jest aparatem do badań płucno-kostnych

- Napięcie nominalne na lampie: 40- 150 kV;
- Prąd: 0.5 mA - 630 mA;
- Filtracja całkowita: 2.5 mm Al;

16. Testy specjalistyczne

Aparaty powinny posiadać aktualne testy specjalistyczne wykonane przez firmę posiadającą uprawnienia do wykonywania 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:

Dawka tygodniowa przyjmowana do obliczeń.

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20, poz.168) do obliczeń przyjęto następujące wartości dawek:

- Dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące 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;

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

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);

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

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

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

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.

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

1. Dane do obliczeń.

Gabinet nr 1 - aparat ogólnodiagnostyczny Shimadzu RADspeed Pro

- Ilość pacjentów tygodniowo – 200 (100 – zdjęcia na stole, 100 - zdjęcia przy statywie);
- Czas ekspozycji – 0.1s – statyw, 0.2 s - stół;
- Napięcie na lampie rtg. – 150 kV;
- Natężenie prądu anodowego lampy – 320 mA;
- Filtracja całkowita ≤ 2.5 mm Al.

Gabinet nr 2 – aparat ogólnodiagnostyczny Brivo DR-F

- Ilość pacjentów tygodniowo – 70 (20 – zdjęcia na stole, 50 - zdjęcia przy statywie);
- Czas ekspozycji – 0.1s – statyw, 0.2 s - stół;
- Napięcie na lampie rtg. – 150 kV;
- Natężenie prądu anodowego lampy – 320 mA;
- Filtracja całkowita – 2.5 mm Al.

1.1 Obliczenia.

Założenia:

Przyjęto, że wiązka główna promieniowania X w obu gabinetach podczas badań skierowana jest na ścianę BC w przypadku ustawienia przy zdjęciach na stojaku oraz na posadzkę przy zdjęciach na stole.

Na pozostałe ściany i strop padać będzie promieniowanie rozproszone.

Gabinet nr 1 - aparat ogólnodiagnostyczny Shimadzu RADspeed Pro

Obliczenia czasu (t) narażenia na promieniowanie X.

- przy zdjęciach na stole

$$t_0 = 100 \text{ eks./tydzień} * 0.2 \text{ s} = 20 \text{ s/tydz.}$$

- przy zdjęciach na statywie płucnym

$$t_0 = 100 \text{ eks./tydzień} * 0.1 \text{ s} = 10 \text{ s/tydz.}$$

- łącznie przy zdjęciach na stole i na statywie płucnym

$$t_0 = 200 \text{ eks./tydzień} * 0.15 \text{ s} = 30 \text{ s/tydz.}$$

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

Gabinet nr 2 – aparat ogólnodiagnostyczny Brivo DR-F

Obliczenia czasu (t) narażenia na promieniowanie X.

- przy zdjęciach na stole

$$t_0 = 20 \text{ eks./tydzień} * 0.2 \text{ s} = 4 \text{ s/tydz.}$$

- przy zdjęciach na statywie płucnym

$$t_0 = 50 \text{ eks./tydzień} * 0.1 \text{ s} = 5 \text{ s/tydz.}$$

- łącznie przy zdjęciach na stole i na statywie płucnym

$$t_0 = 70 \text{ eks./tydzień} * 0.15 \text{ s} = 10.5 \text{ s/tydz.}$$

Gabinet nr 1 - aparat ogólnodiagnostyczny Shimadzu RADspeed Pro

1.2 Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem pierwotnym.

– **przy zdjęciach na stole U= 150 kV**

POSADZKA (piwnica)

W pomieszczeniu podczas wykonywania ekspozycji możliwa jest czasowa obecność osób z populacji T= 0.25.

$$D = 0.95 \text{ cGy min}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$t = 0.083 \text{ min}$$

$$D = 8.7 \times 10^{-4} \text{ cGy/tydz}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$y = 0.1$$

$$l = 1.9 \text{ m}$$

$$K = \frac{D * I * t}{D * l^2} * y = \frac{0.95 * 320 * 0.083}{8.7 \times 10^{-4} * (1.9)^2} * 0.1 = 803.4$$

Zgodnie z pkt. 2.5.1.2. oraz rys.1 i 2 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 1.3 mm Pb.

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

- przy statywie płucnym U = 150 kV

ŚCIANA BC (wolna przestrzeń)

Na korytarzu podczas wykonywania ekspozycji możliwa jest krótkoczasowa obecność personelu oraz osób z populacji T= 0.25.

$$D = 0.95 \text{ cGy min}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$t = 0.0083 \text{ min}$$

$$D = 8.7 \times 10^{-4} \text{ cGy/tydz}$$

$$T = 0.05$$

$$U = 1$$

$$y = 0.1$$

$$l = 2.7 \text{ m}$$

$$K = \frac{\dot{D} * I * t}{D * l^2} * y = \frac{0.95 * 320 * 0.0083}{8.7 \times 10^{-4} * (2.7)^2} * 0.1 = 39.8$$

Zgodnie z pkt. 2.5.1.2. oraz rys.1 i 2 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0.8 mm Pb.

1.4. Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym przy zdjęciach na stole

ŚCIANA AB (sterownia, drzwi, okienko obserwacyjne)

Sterownia jest wspólna dla dwóch gabinetów rtg, dlatego dawka wzięta do obliczeń – 26.1 μGy/tydz.

$$D = 26.1 \mu\text{Gy/tydz.}$$

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

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

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D * l^2}{t * I} = \frac{26.1 * (2.5)^2}{0.0083 * 320} = 61.4 \mu\text{Gyh}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.8 mm Pb.

ŚCIANA BC (wolna przestrzeń)

Podczas wykonywania ekspozycji możliwa jest sporadyczna obecność osób z populacji $T = 0.05$.

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

$$l = 1.3 \text{ m}$$

$$t = 0.00042 \text{ h}$$

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (1.3)^2}{0.00042 * 320} = 109.4 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.6 mm Pb .

ŚCIANA CD (pomieszczenie opisowe)

W pomieszczeniu podczas wykonywania ekspozycji możliwa jest stała obecność pracowników pesymizując obliczenia wykonano dla miejsc stałego przebywania osób $T = 1$.

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

$$l = 2.4 \text{ m}$$

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

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (2.4)^2}{0.0083 * 320} = 18.9 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 1.2 mm Pb .

ŚCIANA DE, EF (kabina, drzwi)

W kabinie pacjent przebywa przed i po badaniu, w trakcie ekspozycji nikt w kabinie nie będzie przebywał. Drzwi kabiny od korytarza zabezpieczone kulką, uniemożliwiając otwarcie od zewnątrz T= 0.25.

$$\begin{aligned} D &= 8.7 \mu\text{Gy/tydz.} \\ l &= 2.0 \text{ m} \\ t &= 0.0021 \text{ h} \\ I &= 320 \text{ mA} \\ T &= 0.25 \\ U &= 1 \end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (2)^2}{0.0021 * 320} = 51.8 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.8 mm Pb.

ŚCIANA FA (korytarz wew., drzwi)

Na korytarzu podczas wykonywania ekspozycji możliwa jest krótkoczasowa obecność personelu oraz osób z populacji T= 0.25.

$$\begin{aligned} D &= 8.7 \mu\text{Gy/tydz.} \\ l &= 3.0 \text{ m} \\ t &= 0.0021 \text{ h} \\ I &= 320 \text{ mA} \\ T &= 0.25 \\ U &= 1 \end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (3)^2}{0.0021 * 320} = 116.5 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.6 mm Pb.

STROP (pomieszczenia administracji)

W pomieszczeniach podczas wykonywania ekspozycji możliwa jest stała obecność osób z populacji, przyjęto $T=1$.

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

$$l = 1.9 \text{ m}$$

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

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (1.9)^2}{0.0083 * 320} = 11.8 \text{ Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 1.4 mm Pb.

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

**ZESTAWIENIE GRUBOŚCI OSŁON odczyt dla U = 150 kV
(wg. PN – 86/J – 80001)**

Wyniki grubości osłon w przypadku wiązki rozproszonej zostały dodane przy zdjęciach na stole oraz przy statywie.

Miejsce osłaniane	Wymagana grubość osłony (mm Pb)	Ochronność własna (mm Pb)	Istniejąca grubość osłony Zabezpieczenia dodatkowe (mm)
AB	0,8	1,1	120 mm karton-gips z wkładką ołowianą o Pb = 1 mm. Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o Pb = 1 mm. Okienko obserwacyjne jest zabezpieczone szkłem ołowianym o Pb = 2 mm.
BC	0,6	3,5	350 mm cegła pełna+ 20 mm tynk cementowo-wapienny
CD	1,2	2,4	250 mm cegła pełna + 20 mm tynk cementowo-wapienny
DE, EF	0,8	1,1	120 mm karton-gips z wkładką ołowianą o Pb = 1 mm. Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o Pb = 1 mm.
FA	0,6	2,4	250 mm cegła pełna+ 20 mm tynk cementowo-wapienny
Strop	1,4	2,5	200 mm żelbeton
Posadzka	1,3	2,5	200 mm żelbeton.

WNIOSKI KOŃCOWE

Ściana AB (sterownia, drzwi, okienko obserwacyjne) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.8 mm Pb.

Ściana karton-gips o grubości 120 mm z wkładką ołowianą o Pb = 1 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o grubości 1.0 mm Pb.

Okienko obserwacyjne jest zabezpieczone szkłem ołowianym o Pb = 2 mm.

Ściana BC (wolna przestrzeń) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.6 mm Pb.

Ściana wykonana z cegły pełnej o grubości 350 mm + 20 mm tynku cementowo-wapiennego jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Ściana CD (pokój opisów) - grubość wymaganej osłony wynosi 1.2 mm Pb.

Ściana wykonana z cegły pełnej o grubości 250 mm + 20 mm tynku cementowo-wapiennego jest wystarczającym zabezpieczeniem.

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

Ściana DE, EF (kabina, drzwi) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.8 mm Pb.
Ściana karton-gips o grubości 120 mm z wkładką ołowianą o Pb = 1 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o grubości 1.0 mm Pb.

W kabinie pacjent przebywa przed i po badaniu, w trakcie ekspozycji nikt w kabinie nie będzie przebywał. Drzwi kabiny od korytarza zabezpieczone kulką, uniemożliwiając otwarcie od zewnątrz.

Ściana FA (korytarz, drzwi) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.6 mm Pb.

Ściana wykonana z cegły pełnej o grubości 250 mm + 20 mm tynku cementowo-wapiennego jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o grubości 1.0 mm Pb.

Strop (pomieszczenia administracji) - grubość wymaganej osłony wynosi 1.4 mm Pb.

Strop wykonany z żelbetonu grubości 200 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Posadzka (piwnica) - grubość wymaganej osłony wynosi 1.3 mm Pb.

Posadzka wykonana z żelbetonu grubości 200 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Grubości osłon odczytana dla napięcia 150 kV z rys. 3 PN-86.

Dane dotyczące aktualnych osłon przyjęto na podstawie danych dostarczonego przez Inwestora.

Gabinet nr 2 – aparat ogólnodiagnostyczny Brivo DR-F

1.2 Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem pierwotnym.

– **przy zdjęciach na stole U= 150 kV**

POSADZKA (piwnica)

W pomieszczeniu podczas wykonywania ekspozycji możliwa jest czasowa obecność osób z populacji T= 0.25.

$$D = 0.95 \text{ cGy min}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$t = 0.0167 \text{ min}$$

$$D = 8.7 \times 10^{-4} \text{ cGy/tydz}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$y = 0.1$$

$$l = 1.9 \text{ m}$$

$$K = \frac{\dot{D} \cdot I \cdot t}{D \cdot l^2} \cdot y = \frac{0.95 \cdot 320 \cdot 0.0167}{8.7 \times 10^{-4} \cdot (1.9)^2} \cdot 0.1 = 161.6$$

Zgodnie z pkt. 2.5.1.2. oraz rys.1 i 2 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 1.0 mm Pb.

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

- przy statywie płucnym U = 150 kV

ŚCIANA BC (wolna przestrzeń)

Na korytarzu podczas wykonywania ekspozycji możliwa jest krótkoczasowa obecność personelu oraz osób z populacji T= 0.25.

$$D = 0.95 \text{ cGy min}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$t = 0.0042 \text{ min}$$

$$D = 8.7 \times 10^{-4} \text{ cGy/tydz}$$

$$T = 0.05$$

$$U = 1$$

$$y = 0.1$$

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

$$K = \frac{D \cdot I \cdot t}{D \cdot l^2} y = \frac{0.95 \cdot 320 \cdot 0.0042}{8.7 \times 10^{-4} \cdot (2.5)^2} \cdot 0.1 = 23.5$$

Zgodnie z pkt. 2.5.1.2. oraz rys.1 i 2 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 0.5 mm Pb.

1.4. Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym przy zdjęciach na stole

ŚCIANA AB (wolna przestrzeń)

Podczas wykonywania ekspozycji możliwa jest sporadyczna obecność osób z populacji T= 0.05.

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

$$l = 2.0 \text{ m}$$

$$t = 0.00015 \text{ h}$$

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 \cdot (2)^2}{0.00015 \cdot 320} = 725 \text{ } \mu\text{Gyh}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.3 mm Pb .

ŚCIANA BC (wolna przestrzeń)

Podczas wykonywania ekspozycji możliwa jest sporadyczna obecność osób z populacji T= 0.05.

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

$$l = 1.0 \text{ m}$$

$$t = 0.00015 \text{ h}$$

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (1)^2}{0.00015 * 320} = 181.3 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.6 mm Pb .

ŚCIANA CD (sterownia, drzwi, okienko obserwacyjne)

Sterownia jest wspólna dla dwóch gabinetów rtg, dlatego dawka wzięta do obliczeń – 26.1 $\mu\text{Gy/tydz.}$

$$D = 26.1 \mu\text{Gy/tydz.}$$

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

$$t = 0.0029 \text{ h}$$

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{26.1 * (2.5)^2}{0.0029 * 320} = 175.8 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.6 mm Pb.

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

ŚCIANA DE (kabina, drzwi)

W kabinie pacjent przebywa przed i po badaniu, w trakcie ekspozycji nikt w kabinie nie będzie przebywał. Drzwi kabiny od korytarza zabezpieczone kulką, uniemożliwiają otwarcie od zewnątrz $T=0.25$.

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

$$l = 2.7 \text{ m}$$

$$t = 0.00073 \text{ h}$$

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (2.7)^2}{0.00073 * 320} = 271.5 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.4 mm Pb.

ŚCIANA EF, FG (korytarz wew.,)

Na korytarzu podczas wykonywania ekspozycji możliwa jest krótkoczasowa obecność personelu oraz osób z populacji $T=0.25$.

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

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

$$t = 0.00073 \text{ h}$$

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (3)^2}{0.00073 * 320} = 335.2 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.4 mm Pb.

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

ŚCIANA GA (gabinet USG)

W pomieszczeniu podczas wykonywania ekspozycji możliwa jest stała obecność pracowników oraz czasowa obecność osób z populacji, pesymizując obliczenia wykonano dla miejsc stałego przebywania osób $T = 1$.

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

$$l = 3.7 \text{ m}$$

$$t = 0.00073 \text{ h}$$

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$D \cdot l^2 = 8.7 * (3.7)^2$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (3.7)^2}{0.00073 * 320} = 509.9 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.3 mm Pb .

STROP (pomieszczenia administracji)

W pomieszczeniach podczas wykonywania ekspozycji możliwa jest stała obecność osób z populacji, przyjęto $T = 1$.

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

$$l = 1.9 \text{ m}$$

$$t = 0.0029 \text{ h}$$

$$I = 320 \text{ mA}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$D \cdot l^2 = 8.7 * (1.9)^2$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 * (1.9)^2}{0.0029 * 320} = 33.8 \text{ Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.2.1. oraz rys.3 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 1.0 mm Pb.

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

**ZESTAWIENIE GRUBOŚCI OSŁON odczyt dla U = 150 kV
(wg. PN – 86/J – 80001)**

Wyniki grubości osłon w przypadku wiązki rozproszonej zostały dodane przy zdjęciach na stole oraz przy statywie.

Miejsce osłanianie	Wymagana grubość osłony (mm Pb)	Ochronność własna (mm Pb)	Istniejąca grubość osłony Zabezpieczenia dodatkowe (mm)
AB	0.3	3,5	350 mm cegła pełna+ 20 mm tynk cementowo-wapienny
BC	0.6	3,5	350 mm cegła pełna+ 20 mm tynk cementowo-wapienny
CD	0.6	1,1	120 mm karton-gips z wkładką ołowianą o Pb = 1 mm. Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o Pb = 1 mm. Okienko obserwacyjne jest zabezpieczone szkłem ołowianym o Pb = 2 mm.
DE	0.4	1,1	120 mm karton-gips z wkładką ołowianą o Pb = 1 mm. Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o Pb = 1 mm
EF, FG	0.4	1,1	120 mm karton-gips z wkładką ołowianą o Pb = 1 mm.
GA	0.3	2,4	250 mm cegła pełna+ 20 mm tynk cementowo-wapienny
Strop	1	2,5	200 mm żelbeton
Posadzka	1	2,5	200 mm żelbeton

WNIOSKI KOŃCOWE

Ściana AB (wolna przestrzeń) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.3 mm Pb. Ściana wykonana z cegły pełnej o grubości 350 mm + 20 mm tynku cementowo-wapiennego jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Ściana BC (wolna przestrzeń) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.6 mm Pb. Ściana wykonana z cegły pełnej o grubości 350 mm + 20 mm tynku cementowo-wapiennego jest wystarczającym zabezpieczeniem.

**Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej
Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji w Poznaniu
im prof. Ludwika Bierkowskiego
ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań**

Ściana CD (sterownia, drzwi, okienko obserwacyjne) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.6 mm Pb.

Ściana karton-gips o grubości 120 mm z wkładką ołowianą o Pb = 1 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o grubości 1.0 mm Pb.

Okienko obserwacyjne jest zabezpieczone szkłem ołowianym o Pb = 2 mm.

Ściana DE (kabina, drzwi) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.4 mm Pb.

Ściana karton-gips o grubości 120 mm z wkładką ołowianą o Pb = 1 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o grubości 1.0 mm Pb.

W kabinie pacjent przebywa przed i po badaniu, w trakcie ekspozycji nikt w kabinie nie będzie przebywał. Drzwi kabiny od korytarza zabezpieczone kulką, uniemożliwiają otwarcie od zewnątrz.

Ściana EF, FG (korytarz wew.) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.4 mm Pb.

Ściana karton-gips o grubości 120 mm z wkładką ołowianą o Pb = 1 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Ściana GA (korytarz, drzwi) - grubość wymaganej osłony wynosi 0.3 mm Pb.

Ściana wykonana z cegły pełnej o grubości 250 mm + 20 mm tynku cementowo-wapiennego jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Drzwi są zabezpieczone blachą ołowianą o grubości 1.0 mm Pb.

Strop (pomieszczenia administracji) - grubość wymaganej osłony wynosi 1.4 mm Pb.

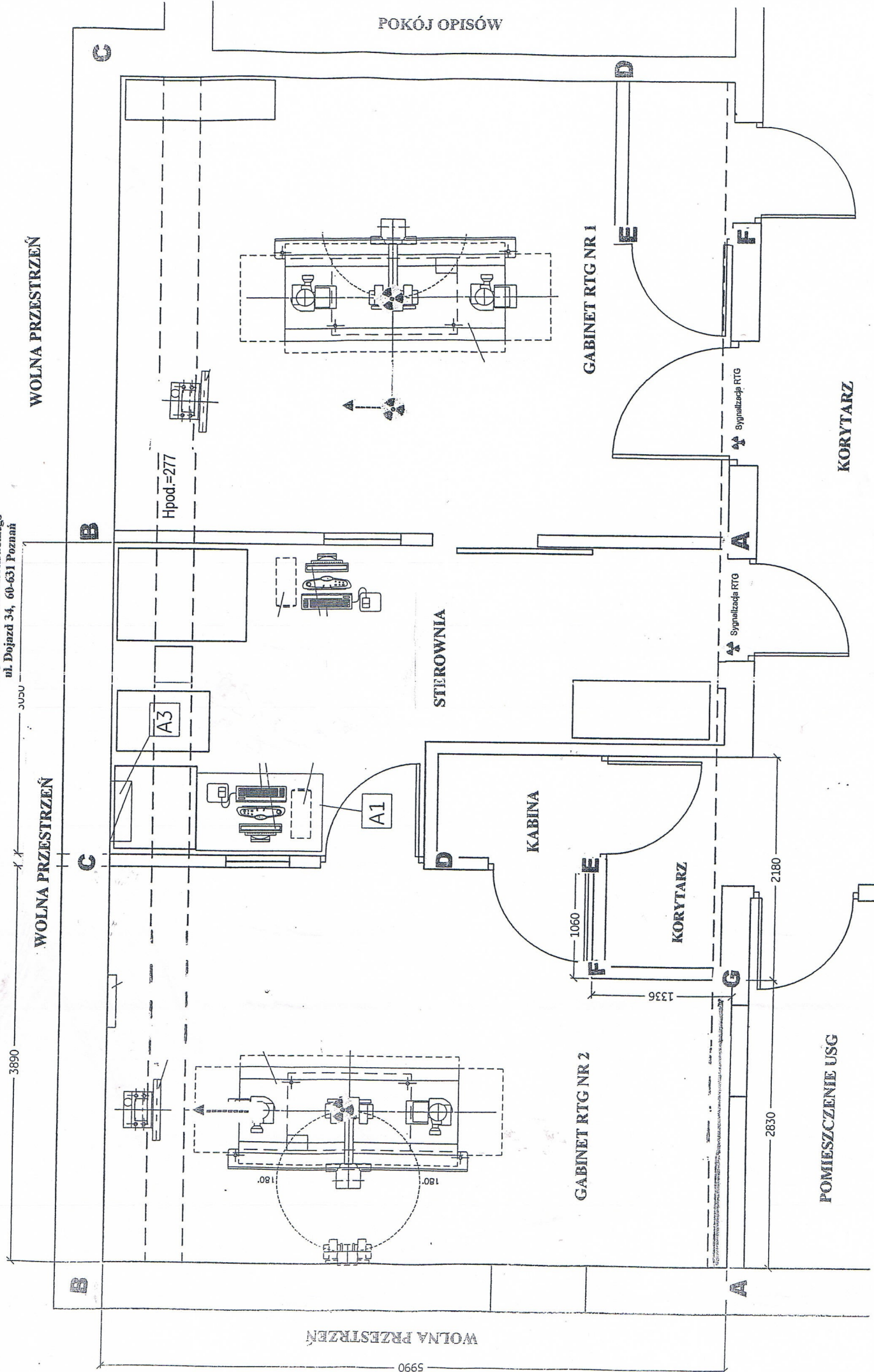
Strop wykonany z żelbetonu grubości 200 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Posadzka (piwnica) - grubość wymaganej osłony wynosi 1.3 mm Pb.

Posadzka wykonana z żelbetonu grubości 200 mm jest wystarczającym zabezpieczeniem.

Grubości osłon odczytana dla napięcia 150 kV z rys. 3 PN-86.

Dane dotyczące aktualnych osłon przyjęto na podstawie danych dostarczonego przez Inwestora oraz poprzedniego projektu osłon stałych.



←----- kierunek padania wiązki pierwotnej promieniowania X

←----- kierunek padania wiązki pierwotnej promieniowania X