

Białystok, dn. 20.07.2015 r.

Projekt ochrony radiologicznej

Sala zabiegowa pracowni hemodynamiki
z aparatem Infinix CC-i
SP ZOZ MSW w Białymstoku
ul. Fabryczna 27
15-471 Białystok

projekt wykonał:
Robert Chrenowicz
Inspektor ochrony radiologicznej
IOR-0, IOR-1, IOR-3.
Zaświadczenie nr 2564/2010
tel. 608307215
r.chrenowicz@onet.eu

Spis treści

1. Wstęp	str. 3
2. Opis usytuowania pracowni RTG	str. 3
3. Wiązki promieniowania jonizującego	str. 4
4. Opis istniejących osłon	str. 4
5. Dawki graniczne	str. 4
6. Wyposażenie pracowni RTG	str. 5
7. Założenia pracy ze źródłami promieniowania	str. 6
8. Rozmieszczenie aparatury	str. 6
9. Wentylacja – wymagania	str. 6
10. Sygnalizacja i oznaczenia	str. 6
11. Wzory do obliczeń osłon stałych przed promieniowaniem	str. 7
11.1. Czas narażenia na promieniowanie	str. 7
11.2. Osłony przed promieniowaniem pierwotnym	str. 7
11.3. Współczynnik gęstości materiału	str. 7
11.4. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę	str. 8
11.5. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym (bez uwzględniania promieniowania ubocznego)	str. 8
11.6. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym	str. 8
12. Obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem RTG	str. 9
13. Zestawienie osłon stałych	str. 16
14. Technologia wykonania osłon	str. 17
15. Dokumentacja pracowni	str. 17

Załączniki

1. Zestawienie osłon stałych
2. Plan pracowni RTG – opis ścian – rys.1.
3. Osłony przed promieniowaniem RTG – rys. 2.
4. Plan ogólny – rys. 3.

1. Wstęp.

- Projekt ochrony radiologicznej sali zabiegowej pracowni hemodynamiki z aparatem Infinix CC-i SP ZOZ Ministerstwa Spraw Wewnętrznych w Białymstoku, ul. Fabryczna 27, 15-471 Białystok, opracowano w oparciu o:
- Projekt rozmieszczenia aparatury – załączniki – rys. 1 i 2,
- Założenia pracy w pracowni rentgenowskiej,
- Zebrane informacje o istniejących osłonach stałych i oględzinach otoczenia (badany obiekt),
- Ustawę Prawo Atomowe z dnia 29 listopada 2000 r. (Dz. U. z 2014 r. poz. 1512 – Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 17 września 2014 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo atomowe),
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 20, poz. 168),
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. z 2013 r. poz.1015 – Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej),
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. nr 180, poz. 1325),
- Polską Normę PN-86/J-80001. Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych (PKN,MiJ),
- Dane techniczne systemu angiograficznego Infinix-CCi (INFX-8000C) firmy Toshiba,
- Projekt przebudowa części budynku szpitalnego „D1” SP ZOZ MSW w Białymstoku przy ul. Fabrycznej 27 na pracownię hemodynamiki, Atelier ZETTA, Białystok 15.12.2014,
- Projekt techniczny, TMS, 08.07.2015 r.
- Projekt wykonawczy konstrukcji, Pawilon D1 szpitala MSWiA w Białymstoku, Miastoprojekt- Białystok, 25.03.2003.

2. Opis usytuowania.

Pracownia RTG sali zabiegowej pracowni hemodynamiki z aparatem Infinix CC-i SP ZOZ Ministerstwa Spraw Wewnętrznych w Białymstoku, ul. Fabryczna 27, 15-471 Białystok, zwana dalej pracownią RTG, zlokalizowana jest w pomieszczeniu 1/12 kompleksu szpitalnego, pawilon D, na wysokim parterze (załącznik – rys. 1 i 3). Pomieszczenie z aparatem RTG znajduje się w części budynku dwukondygnacyjnego. Okna pracowni RTG wychodzą na teren zielony, chodnik i drogę wewnętrzną.

Niniejszy projekt dotyczy pomieszczenia sali zabiegowej pracowni hemodynamiki (pomieszczenie 1/12), w których używany będzie aparat Infinix CC-i firmy Toshiba zwany dalej aparatem RTG. Aparat Infinix CC-i jest aparatem cyfrowym i nie wymaga pomieszczenia ciemni.

Powierzchnia sali zabiegowej pracowni hemodynamiki 1/12 wynosi 55.04 m². Wysokość pomieszczenia wynosi 2.93 m. Zwymiarowany plan pracowni RTG wraz z opisem ścian zamieszczony jest w drugiej części opracowania (załączniki – rys. 1) w skali 1:100.

Sala zabiegowa 1/12 (pracownia RTG) sąsiaduje z (zgodnie z rys. 1):

- terenem zewnętrznym /rampa i ciąg pieszy/ (za ścianą A),

- terenem zewnętrznym /teren zielony, chodnik wewnętrzny – 8 metrów od ściany i droga wewnętrzna – 9 metrów od ściany, dalej ulica, chodnik i blok mieszkalny/ (za ścianą B z oknami B),
- pomieszczeniem szaf sterowniczych (1/13) (za ścianą C1 z drzwiami drzC1)
- sterownią angiokardiografu (1/14) (za ścianą C2 z drzwiami drzC2 i oknem Pb).
- korytarzem aseptycznym (1/3) i pomieszczeniem przygotowania personelu (1/11) (za ścianą D z drzwiami drzD1 i drzD2).

Pod pomieszczeniem pracowni RTG znajdują się pomieszczenia ZOZ-u.
Nad pomieszczeniem pracowni RTG nie ma pomieszczeń – dach obiektu.

3. Wiązki promieniowania jonizującego.

Ze względu na rolę i przeznaczenie aparatu rtg z ramieniem C w sali zabiegowej, aparat rtg ustawia się wedle potrzeb oraz możliwości technicznych sali i aparatu. W większości przypadków kierunek wiązki pierwotnej promieniowania jonizującego byłby skierowany w sufit. Jednakże w przypadku aparatów z ramieniem C kierunek wiązki pierwotnej nie ma większego znaczenia dla wykonania projektu i rozkładu mocy dawek promieniowania wokół aparatu. Podczas badania wiązka pierwotna przechodzi przez badany obiekt (ciało pacjenta) i jest pochłaniana w obudowie (głowicy) wzmacniacza obrazu. Poza głowicą wzmacniacza obrazu wiązka pierwotna (użyteczna) nie występuje /nie dociera do istniejących osłon (ścian i stropów) pracowni/. Na terenie pracowni będzie występowało promieniowanie rozproszone i uboczne. Rozchodzi się ono we wszystkich kierunkach i pochodzi ze wzajemnego oddziaływania promieniowania wytworzonego w głowicy RTG z otaczającą materią, przede wszystkim z ciałem obrazowanego pacjenta.

4. Opis istniejących osłon.

Grubości niezbędnych osłon zostaną obliczone na podstawie niniejszego opracowania. Elementy wykończeniowe zostały pominięte w opracowaniu.

1. Ściana A – ściana wewnętrzna wykonana z cegły ceramicznej dziurawki. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $0.8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 24 cm.
2. Ściana B – jak ściana A. W ścianie tej znajdują się okna (okno B).
- 3.1. Ściana C1 – ściana wewnętrzna wykonana z cegły ceramicznej dziurawki. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $0.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 11.5 cm. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (drzC1).
- 3.2. Ściana C2 – jak ściana C1. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (drzC2) i okno ochronne (okno Pb).
4. Ściana D – jak ściana C1. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $0.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 11.5 cm. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (drzD1 drzD2).
5. Podłoga – strop monolityczny żelbetowy o grubości 24 cm. Materiał izolujący i wykończeniowy pominięto w opracowaniu. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $2.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 24 cm.
6. Sufit – jak podłoga. Strop nie jest rozpatrywany jako osłona radiologiczna.

5. Dawki graniczne.

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 20, poz. 168), dawka graniczna, wyrażona jako dawka skuteczna (efektywna) wynosi:

- 20 mSv/rok lub inaczej 0.4 mSv/tydzień – dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące.
- 1 mSv/rok lub inaczej 0.02 mSv/tydzień – dla osób z ogółu ludności.

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, że konstrukcja ścian, stropów, okien, drzwi oraz zainstalowanych urządzeń ochronnych w pracowni rentgenowskiej ma zabezpieczać osoby pracujące:

- w gabinecie rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 6 mSv (lub inaczej 0.12 mSv/tydzień);
- w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 3 mSv (lub inaczej 0.06 mSv/tydzień);
- w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 0.5 mSv (lub inaczej 0.01 mSv/tydzień).

Zgodnie z zaleceniami Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej (ICRP) do obliczeń osłon stałych przed promieniowaniem X i gamma używa się dawki pochłoniętej w powietrzu (kerma) wyrażonej w cGy (centygreje).

Dawce skutecznej 0.4 mSv/tydzień odpowiada dawka pochłonięta 0.0348 cGy/tydzień = 348 µGy/tydzień.

Dawce skutecznej 0.12 mSv/tydzień odpowiada dawka pochłonięta 0.01044 cGy/tydzień = 104.4 µGy/tydzień.

Dawce skutecznej 0.06 mSv/tydzień odpowiada dawka pochłonięta 0.00522 cGy/tydzień = 52.2 µGy/tydzień.

Dawce skutecznej 0.01 mSv/tydzień odpowiada dawka pochłonięta 0.00087 cGy/tydzień = 8.7 µGy/tydzień.

Przy użytkowaniu wszelkich źródeł promieniowania jonizującego obowiązuje tzw. zasada ALARA (As Low As Reasonably Achievable), polegająca na takim organizowaniu pracy (użytkowania źródeł), aby dawki otrzymywane przez ludzi były tak niskie, jak to jest możliwe do osiągnięcia w rozsądny sposób.

W niniejszym projekcie osoby zatrudnione na terenie pracowni (przebywające na sali zabiegowej podczas pracy aparatu) zostały zakwalifikowane do kategorii osób pracujących w gabinecie rentgenowskim i do obliczeń przyjmują dawkę pochłoniętą 104.4 µGy/tydzień. Osoby przebywające za ścianą C2 (sterownia angiokardiografu) podczas pracy aparatu i obsługujące pracownię RTG zostały zakwalifikowane do kategorii osób pracujących w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim i do obliczeń przyjmują dawkę pochłoniętą 52.2 µGy/tydzień. Dla pozostałych osób (pacjentów, personelu i innych) przyjmuje do obliczeń dawkę pochłoniętą 8.7 µGy/tydzień.

6. Wyposażenie pracowni RTG.

Pracownia jest wyposażona w system angiograficzny Infinix-CCi (INFX-8000C) firmy Toshiba z ramieniem C zwany dalej aparatem.

- Generator wysokoczęstotliwościowy zasilany trójfazowo,

- Napięcie anodowe 50-125 kV,
- Wielkości ogniska 0.5/0.8 mm
- Promieniowanie uboczne (max.) 0.75 mGy/h,
- Filtracja wewnętrzna ≥ 3.9 mm Al.

W pracowni nie przewiduje się stosowania klasycznych filmów rentgenowskich. Obraz z głowicy wzmacniacza obrazu po przetworzeniu jest wyświetlany na monitorach TFT.

7. Założenia pracy ze źródłami promieniowania.

Uwzględniając niejednorodny rozkład badań w miesiącu i zawiązując parametry badań w opracowaniu uniknięto kłopotliwego sumowania narażenia pochodzącego od konkretnych badań i stosowanych technik (fluoroskopia ciągła, pulsacyjna, radiografia, DA, DSA).

Zakłada się wykonywanie do 10 zabiegów dziennie na zmianę z użyciem aparatu do 30 minut na zabieg. Zakłada się pracę przez 5 dni w tygodniu. Praca druga zmiana (zmiany 8 godzinne) nie wpłynie na wynik obliczeń – narażenie dla drugiej zmiany (inna populacja). Do obliczeń przyjmuję czas pracy aparatu w ciągu tygodnia $t_0 = 10$ zabiegów $\times 30$ min $\times 5$ dni = 1500 minut = 25 godzin w ciągu tygodnia.

Nie przewiduje się przekraczania poniższych parametrów w typowej eksploatacji aparatu: 100 kV, 4 mA, 30 min.

8. Rozmieszczenie aparatury.

Rozmieszczenie aparatury pokazano na rysunkach 1 i 2 (załączniki).

9. Wentylacja – wymagania.

W pracowni z aparatem RTG wymagana jest wentylacja zapewniająca przynajmniej 1.5 krotną wymianę powietrza w ciągu godziny. W pracowni jest zastosowana wentylacja mechaniczna spełniająca powyższe wymagania. Projekt wentylacji stanowi odrębne opracowanie.

10. Sygnalizacja i oznaczenia.

Drzwi wejściowe do pracowni RTG powinny być oznakowane zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. nr 180, poz. 1325), załączniki, załącznik nr 1).

Sygnalizacja świetlna informująca o włączeniu wysokiego napięcia na lampę rentgenowską jest wymagana i powinna być umieszczona przed wejściem do pracowni (nad drzwiami drzC2, drzD1 oraz drzwiami drzD2). Nad drzwiami drzC1 sygnalizacja świetlna nie jest wymagana – pomieszczenie pod kontrolą osób ze sterowni angiokardiografu, w którym podczas pracy aparatu rtg nikt nie przebywa.

Pomiędzy pracownią a sterownią należy zapewnić łączność głosową – poprzez interkom lub inny system łączności.

11. Wzory do obliczeń osłon stałych przed promieniowaniem.

11.1. Czas narażenia na promieniowanie.

Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia należy obliczyć wg wzoru 1 (p.2.3 normy PN-86/J-80001)

$$t = T \cdot U \cdot t_0 \quad (\text{wzór 1}),$$

w którym:

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu,
U - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczonej osłony,
t₀ - czas pracy aparatu w ciągu tygodnia.

11.2. Osłony przed promieniowaniem pierwotnym.

Krotność (k) osłabienia promieniowania przez osłonę należy obliczyć wg wzoru 2 (p.2.5.1.2. normy PN-86/J-80001)

$$k = \frac{\dot{D} \cdot I \cdot t}{D_g \cdot I^2} \cdot y \quad (\text{wzór 2}),$$

w którym:

\dot{D} - moc dawki wg p.2.5.1.1 w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA, $\text{cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$,

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej, mA,

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym, wyznaczony zgodnie z p.2.3 normy PN-86/J-80001, min, (wzór 1),

D_g - dawka tygodniowa określona zgodnie z p.2.2 normy PN-86/J-80001, cGy,

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

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

Grubości osłon z ołowiu o wymaganej krotności (k) osłabienia promieniowania, obliczonej zgodnie z p.2.5.1.2 normy PN-86/J-80001 (wzór 2), należy wyznaczyć z krzywej dla odpowiedniego nominalnego napięcia aparatu rentgenowskiego podanej na rys. 1 i 2 – p.2.5.1.3 normy PN-86/J-80001.

11.3. Współczynnik gęstości materiału.

Jeżeli gęstość stosowanego materiału ochronnego różni się od gęstości materiałów wymienionych w tablicach 4 ÷ 9 normy PN-86/J-80001, wówczas grubość odczytaną z tablicy dla materiałów, takiego samego rodzaju i gęstości zbliżonej do gęstości materiału stosowanego, należy pomnożyć przez współczynnik

$$h = \frac{\rho_0}{\rho} \quad (\text{wzór 3}),$$

w którym:

ρ_0 – gęstość materiału podana w tablicy normy PN-86/J-80001, $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$,
 ρ – gęstość materiału stosowanego, $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

11.4. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki (C_1) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 4 (zgodnie z p.2.5.2.1 normy PN-86/J-80001).

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} \quad (\text{wzór 4}),$$

w którym:

D – dawka tygodniowa określona zgodnie z p.2.2 normy PN-86/J-80001, μGy ,
 l - najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, m,
 t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym, wyznaczony zgodnie z p.2.3 normy PN-86/J-80001, godz., (wzór 1),
 I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej, mA.

11.5. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki (C_2) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 5 (zgodnie z p.2.5.3.1 normy PN-86/J-80001).

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} \quad (\text{wzór 5}),$$

w którym:

D , t , I – jak w 11.4,
 f – odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od ogniska lampy rentgenowskiej, m,
 s – rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego, na którą pada promieniowanie, na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiązki pierwotnej promieniowania w odległości f , m^2 .

11.6. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Moc dawki \dot{D}_u promieniowania ubocznego należy przyjąć na podstawie dokumentacji urządzenia lub - jeżeli istnieje możliwość pomiaru - zmierzyć w miejscu, które ma być osłaniane i określić w $\text{cGy} \cdot \text{h}^{-1}$ (p. 2.5.4.1. normy PN-86/J-80001).

Jeżeli mocy dawki nie można określić wymienionymi metodami, do obliczeń należy przyjąć wartość opierając się na maksymalnych wartościach określonych dla promieniowania ubocznego w obowiązujących przepisach – $1 \text{ cGy} \cdot \text{h}^{-1}$ w odległości 1 m od ogniska lampy.

Jeżeli \dot{D}_u w miejscu osłanianym jest mniejsze niż $20 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$, przy obliczaniu osłony nie należy uwzględniać wpływu promieniowania ubocznego i osłonę należy obliczać wg. 11.4. lub 11.5.

Tygodniową dawkę promieniowania ubocznego (D_u) w cGy należy obliczyć wg wzoru

$$D_u = \dot{D}_u \cdot t \quad (\text{wzór 6}),$$

w którym:

\dot{D}_u - moc dawki promieniowania ubocznego wyznaczona zgodnie z 11.6, $\text{cGy} \cdot \text{h}^{-1}$,

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym, wyznaczony zgodnie z p.11.1 (wzór 1), h.

Grubość osłony należy obliczyć w następujący sposób:

- jeżeli dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany;

- jeżeli dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest większa niż 10% dawki tygodniowej, określonej w p.2.2. normy PN-86/J-80001, grubość osłony należy zwiększyć o warstwę dającą takie osłabienie, aby dawka tygodniowa promieniowania ubocznego za osłoną nie przekraczała 10% dawki. Dawkę promieniowania ubocznego za osłoną należy wyznaczyć, posługując się wykresami podanymi na rys. 1 lub 2 normy.

Dla zestawu Infinix-CCi przyjmuję moc dawki promieniowania ubocznego $0.75 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1}$.

12. Obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem RTG.

Założenie. Osłona powinna w każdym swym miejscu zmniejszać moc dawki promieniowania co najmniej do przyjętej wartości (Polska Norma PN-86/J-80001. Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych., p.2.1.).

Do obliczeń posłużono się dodatkowo rysunkiem 2 (w skali 1:50) - Osłony przed promieniowaniem RTG - ilustrującym najmniejszą odległość od źródła promieniowania RTG do obiektów znajdujących się za osłoną (ścianą).

Podane na rysunku 2 (załączniki) punkty P_A , P_B , P_{C1} , P_{C2} , P_{D1} oraz P_{D2} są to punkty znajdujące się bezpośrednio za ścianami.

W przypadku promieniowania rozproszonego najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego to *najkrótsza odległość od osi pacjenta do ściany + grubość ściany*.

12.1. Ściana A.

Ściana A jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Ściana A oddziela pracownię od terenu zewnętrznego – rampa – ciąg pieszy. Obliczenia wykonano dla punktu P_A .

Z tablicy 9 normy PN-86/J-80001 wynika, że cegła o grubości 120 mm i gęstości $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ jest równoważna 1.0 mm Pb dla napięcia 100 kV. Ściana A wykonana jest z materiału o gęstości $0.8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Po przeliczeniu zgodnie ze wzorem 3 gęstości materiału otrzymuję materiał o grubości 240 mm i gęstości $1.0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ równoważny 1.0 mm Pb dla napięcia 100 kV. Grubość osłony A wynosi 240 mm. Istniejąca osłona jest zatem równoważna 1.0 mm Pb dla napięcia 100 kV.

Do obliczeń przyjmuję osłonność ściany 1.0 mm Pb.

Do obliczeń przyjmuję:

$$D = 8.7 \mu\text{Gy},$$

$l = 2.1$ m – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego,
 $T = 0.05$ - dla miejsc krótkiego czasu przebywania (np. ulice, place, klatki schodowe),
 $U = 1$ - dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,
 $t = T \cdot U \cdot t_0 = 0.05 \cdot 1 \cdot 25$ godzin = 1.25 godziny,
 $I = 4$ mA,
 $k_{\text{ściany}} = 350$ dla napięcia 100 kV (równoważnik ołowiu 1.0 mm – patrz p.4.1.).

12.1.1. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki (C_1) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 4.

$$C_1 = 7.6 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 0.8 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się w punkcie P_A .

12.1.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Obliczenie wartości C_2 nie zostanie wykonane w niniejszym opracowaniu.

12.1.3. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ najmniejsza odległość w tym przypadku wynosi 2.1 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 170 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 212.5 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 1.0 mm Pb osłabi wiązkę promieniowania ubocznego $k_{\text{ściany}} = 350$ razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{ściany}} = 212.5/350 \mu\text{Gy} = 0.61 \mu\text{Gy}.$$

Dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

12.2. Ściana B.

Ściana B jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Ściana B oddziela pracownię od terenu zielonego, chodnika wewnętrznego – 8 metrów od ściany i drogi wewnętrznej – 9 metrów od ściany, dalej ulica, chodnik i blok mieszkalny. Obliczenia wykonano dla punktu P_B , punktu na krawędzi chodnika oraz punktu na powierzchni bloku mieszkalnego.

Jak ściana A.

Do obliczeń przyjmuję osłonność ściany 1.0 mm Pb.

Do obliczeń przyjmuję:

$$D = 8.7 \mu\text{Gy},$$

$l = 2.1 \text{ m}$ – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego – punkt P_B ,

$l = 10 \text{ m}$ – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego – chodnik wewnętrzny,

$l = 27 \text{ m}$ – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego – blok mieszkalny,

$T = 0.05$ - dla miejsc krótkiego czasu przebywania (np. ulice, place, klatki schodowe),

$T = 1$ - dla miejsc stałego przebywania ludzi (miejsca ciągłej pracy, pomieszczenia mieszkalne, miejsca przeznaczone do zabaw dzieci) – blok mieszkalny,

$U = 1$ - dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 0.05 \cdot 1 \cdot 25 \text{ godzin} = 1.25 \text{ godziny} \text{ – teren zielony i chodnik,}$$

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 25 \text{ godzin} = 25 \text{ godzin} \text{ – blok mieszkalny,}$$

$$I = 4 \text{ mA},$$

$k_{\text{ściany}} = 350$ dla napięcia 100 kV (równoważnik ołowiu 1.0 mm – patrz p.4.2.).

12.2.1. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki (C_1) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 4.

$$\begin{array}{ll} C_1 = 7.6 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} & \text{punkt } P_B; \\ C_1 = 174 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} & \text{chodnik wewnętrzny;} \\ C_1 = 63.4 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} & \text{blok mieszkalny;} \end{array}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 0.8 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się w punkcie P_B , 0.2 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się na chodniku oraz 0.4 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się w bloku mieszkalnym.

12.2.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ najmniejsze odległości w tym przypadku wynoszą 2.1 m i 27 m, moce dawek promieniowania ubocznego wynoszą:

$$\dot{D}_u = 170 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \text{ - punkt } P_B;$$

$$\dot{D}_u = 1.03 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \text{ – blok mieszkalny – zgodnie z punktem 1.6 opracowania moc}$$

dawki \dot{D}_u w miejscu osłanianym jest mniejsza niż $20 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$, przy obliczaniu osłony nie należy uwzględniać wpływu promieniowania ubocznego i osłonę należy obliczać wg. 11.4. lub 11.5.,

a więc

$$D_u = 212.5 \mu\text{Gy} \text{ - punkt } P_B.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 1.0 mm Pb osłabi wiązkę promieniowania ubocznego $k_{\text{ściany}} = 350$ razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{ściany}} = 212.5/350 \mu\text{Gy} = 0.61 \mu\text{Gy}.$$

Dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

12.3.1. Ściana C1.

Ściana C1 jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Ściana C1 oddziela pracownię od pomieszczenia szaf sterowniczych. Obliczenia wykonano dla punktu P_{C1} .

Z tablicy 9 normy PN-86/J-80001 wynika, że cegła o grubości 120 mm i gęstości $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ jest równoważna 1.0 mm Pb dla napięcia 100 kV. Ściana C1 wykonana jest z materiału o gęstości $0.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Po przeliczeniu zgodnie ze wzorem 3 gęstości materiału otrzymujemy materiał o grubości 320 mm i gęstości $1.0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ równoważny 1.0 mm Pb dla napięcia 100 kV. Grubość osłony C1 wynosi 115 mm. Istniejąca osłona jest zatem równoważna 0.36 mm Pb dla napięcia 100 kV.

Do obliczeń przyjmujemy osłonność ściany 0.36 mm Pb.

Do obliczeń przyjmuję:

$$D = 8.7 \text{ } \mu\text{Gy},$$

$l = 3.5 \text{ m}$ – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego,

$T = 0.05$ - dla miejsc krótkiego czasu przebywania (np. ulice, place, klatki schodowe),

$U = 1$ - dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 0.05 \cdot 1 \cdot 25 \text{ godzin} = 1.25 \text{ godziny},$$

$$I = 4 \text{ mA},$$

$k_{\text{ściany}} = 30$ dla napięcia 100 kV (równoważnik ołowiu 0.36 mm – patrz p.4.3.1.).

12.3.1.1. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki (C_1) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 4.

$$C_1 = 21.3 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 0.6 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się w punkcie P_{C1} .

12.3.1.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ najmniejsza odległość w tym przypadku wynosi 3.5 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 61.2 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 76.5 \text{ } \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 0.86 mm Pb (wartość z punktu 14 – $0.36+0.3 \text{ mm Pb} = 0.66 \text{ mm Pb}$) osłabi wiązkę promieniowania ubocznego $k_{\text{ściany}} = 90$ razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{ściany}} = 76.5/90 \text{ } \mu\text{Gy} = 0.85 \text{ } \mu\text{Gy}.$$

Dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

12.3.2. Ściana C2.

Ściana C2 jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Ściana C2 oddziela pracownię od sterowni angiokardiografu. Obliczenia wykonano dla punktu P_{C2} .

Jak ściana C1.

Do obliczeń przyjmuję osłonność ściany 0.36 mm Pb.

Do obliczeń przyjmuję:

$$D = 52.2 \mu\text{Gy},$$

$l = 3.3 \text{ m}$ – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego,

$T = 1$ - dla miejsc stałego przebywania ludzi (miejsca ciągłej pracy, pomieszczenia mieszkalne, miejsca przeznaczone do zabaw dzieci) – blok mieszkalny,

$U = 1$ - dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 25 \text{ godzin} = 25 \text{ godzin},$$

$$I = 4 \text{ mA},$$

$k_{\text{ściany}} = 30$ dla napięcia 100 kV (równoważnik ołowiu 0.36 mm – patrz p.4.3.2.).

12.3.2.1. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki (C_1) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 4.

$$C_1 = 5.6 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 0.9 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się w punkcie P_{C2} .

12.3.2.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ najmniejsza odległość w tym przypadku wynosi 3.3 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 68.9 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 1722.5 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 1.0 mm Pb (wartość z punktu 14 – 1.0 mm Pb – drzwi ochronne i szyba Pb) osłabi wiązkę promieniowania ubocznego $k_{\text{ściany}} = 350$ razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{ściany}} = 1722.5/350 \mu\text{Gy} = 4.92 \mu\text{Gy}.$$

Dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10%

dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

12.4. Ściana D.

Ściana D jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od korytarza aseptycznego i pomieszczenia przygotowania personelu. Obliczenia wykonano dla punktu P_{D1}. Dla punktu P_{D2} obliczenia będą identyczne.

Jak ściana C1.

Do obliczeń przyjmuję osłonność ściany 0.36 mm Pb.

Do obliczeń przyjmuję:

$$D = 8.7 \mu\text{Gy},$$

l = 2.8 m – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego,
T = 0.25 - dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi (np. korytarze, WC, stołówki-palarnie),

U = 1 - dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 0.25 \cdot 1 \cdot 25 \text{ godzin} = 6.25 \text{ godziny},$$

$$I = 4 \text{ mA},$$

$$k_{\text{ściany}} = 30 \text{ dla napięcia } 100 \text{ kV (równoważnik ołowiu } 0.36 \text{ mm – patrz p.4.4.)}$$

12.4.1. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki (C₁) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 4.

$$C_1 = 2.7 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 1.2 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się w punkcie P_{D1} (lub P_{D2}).

12.4.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ najmniejsza odległość w tym przypadku wynosi 2.8 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 95.7 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 598 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 1.36 mm Pb (wartość z punktu 14 – 0.36+1.0 mm Pb = 1.36 mm Pb) osłabi wiązkę promieniowania ubocznego $k_{\text{ściany}} = 1000$ razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{ściany}} = 598/1000 \mu\text{Gy} = 0.598 \mu\text{Gy}.$$

Dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

12.5. Podłoga.

Strop jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Strop oddziela pracownię od pomieszczeń ZOZ-u.

Z tablicy 7 normy PN-86/J-80001 wynika, że beton o grubości 230 mm i gęstości $2.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ jest równoważny 4.0 mm Pb dla napięcia 100 kV. Grubość osłony wynosi 240 mm. Istniejąca osłona jest zatem równoważna 4.17 mm Pb dla napięcia 100 kV.

Do obliczeń przyjmuję:

$$D = 8.7 \text{ } \mu\text{Gy},$$

$l = 2.8 \text{ m}$ – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego,

$T = 1$ - dla miejsc stałego przebywania ludzi (miejsca ciągłej pracy, pomieszczenia mieszkalne, miejsca przeznaczone do zabaw dzieci),

$U = 1$ - dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 25 \text{ godzin} = 25 \text{ godzin},$$

$$I = 4 \text{ mA},$$

$$k_{\text{stropu}} = 500000 \text{ dla napięcia } 100 \text{ kV (równoważnik ołowiu } 4.17 \text{ mm)}.$$

12.5.1. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki (C_1) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 4.

$$C_1 = 0.68 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 2.0 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się pod pracownią RTG.

12.5.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ najmniejsza odległość w tym przypadku wynosi 2.8 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 95.7 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 2392.5 \text{ } \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 4.17 mm Pb osłabi wiązkę promieniowania ubocznego $k_{\text{stropu}} = 500000$ razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{stropu}} = 2392.5/500000 \text{ } \mu\text{Gy} = 4.8 \text{ nGy}.$$

Dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

12.6. Sufit.

Strop jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Strop oddziela pracownię od dachu obiektu – brak narażenia ludzi – osłona nie jest rozpatrywana jako osłona radiologiczna – nie wykonano obliczeń.

13. Zestawienie osłon stałych.

13.1. Ściana A.

Z obliczeń wynika grubość osłony 0.8 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się w punkcie P_A . Przyjęta do obliczeń grubość osłony (p. 4.1.) przeliczona na równoważną grubość ołowiu wynosi 1.0 mm Pb dla napięcia 100 kV. Ściana A nie wymaga dosłonięcia. Osłonność ściany jest wystarczająca.

13.2. Ściana B.

Z obliczeń wynika grubość osłony 0.8 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się w punkcie P_B , 0.2 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się na chodniku wewnętrznym (szpitalnym) oraz 0.4 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się w otwartych oknach bloku mieszkalnego. Przyjęta do obliczeń grubość osłony (p. 4.2.) przeliczona na równoważną grubość ołowiu wynosi 1.0 mm Pb dla napięcia 100 kV. Ściana B nie wymaga dosłonięcia. Osłonność ściany jest wystarczająca. Okna B znajdujące się w ścianie B należy wyposażyć w żaluzje antyradiacyjne o równoważniku ołowiu 0.4 mm Pb dla napięcia 100 kV.

13.3.1. Ściana C1.

Z obliczeń wynika grubość osłony 0.6 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się w punkcie P_{C1} . Przyjęta do obliczeń grubość osłony (p. 4.3.1.) przeliczona na równoważną grubość ołowiu wynosi 0.36 mm Pb dla napięcia 100 kV. Ścianę C1 należy w całości dosłonić materiałem o równoważniku ołowiu nie mniejszym niż 0.26 mm Pb dla napięcia 100 kV.

Drzwi ochronne drzC1 powinny posiadać równoważnik ołowiu nie mniejszym niż 0.6 mm Pb dla napięcia 100 kV.

13.3.2. Ściana C2.

Z obliczeń wynika grubość osłony 0.9 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się w punkcie P_{C2} . Przyjęta do obliczeń grubość osłony (p. 4.3.2.) przeliczona na równoważną grubość ołowiu wynosi 0.36 mm Pb dla napięcia 100 kV. Ścianę C2 należy w całości dosłonić materiałem o równoważniku ołowiu nie mniejszym niż 0.54 mm Pb dla napięcia 100 kV.

Drzwi ochronne drzC2 i okno ochronne (okno Pb) powinny posiadać równoważnik ołowiu nie mniejszym niż 0.9 mm Pb dla napięcia 100 kV.

13.4. Ściana D.

Z obliczeń wynika grubość osłony 1.2 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się w punkcie P_{D1} lub P_{D2} . Przyjęta do obliczeń grubość osłony (p. 4.4.) przeliczona na równoważną grubość ołowiu wynosi 0.36 mm Pb dla napięcia 100 kV. Ścianę D należy w całości dosłonić materiałem o równoważniku ołowiu nie mniejszym niż 0.84 mm Pb dla napięcia 100 kV.

Drzwi ochronne drzD1 i drzD2 powinny posiadać równoważnik ołowiu nie mniejszym niż 1.2 mm Pb dla napięcia 100 kV.

13.5. Podłoga.

Z obliczeń wynika grubość stropu 2.0 mm Pb dla napięcia 100 kV dla osób znajdujących się pod pracownią RTG. Przyjęta do obliczeń grubość stropu (p. 4.6.) przeliczona na równoważną grubość ołowiu wynosi 4.17 mm Pb dla napięcia 100 kV. Strop nie wymaga dosłonięcia. Osłonność stropu jest wystarczająca.

13.6. Sufit.

Strop nie jest rozpatrywany jako osłona radiologiczna – nie wykonano obliczeń.

14. Technologia wykonania osłon.

Z obliczeń wynika, że należy dosłonić następujące ściany w pracowni.

Ze względu na dostępność na rynku płyt g-k z blachą ołowianą o grubościach 0.5, 1.0, 1.5 i 2.0 mm zalecam dosłonić:

- Ściana C1 blachą ołowianą o grubości 0.5 mm Pb lub grubszą.
- Ścianę C2 i D blachą ołowianą o grubości 1.0 mm Pb lub grubszą.

Ochronność projektowanych drzwi ochronnych (z uwzględnieniem dostępności na rynku) wynosi:

- drzC1 i drzC2 – 1.0 mm Pb,
- drzD1 i drzD2 – 1.5 mm Pb.
-

Ochronność projektowanej szyby ochronnej (okno Pb) wynosi:

- okno Pb – 1.0 mm Pb dla napięcia 100 kV.

Ochronność projektowanych żaluzji antyradiacyjnych na ścianie B wynosi:

- żaluzje antyradiacyjne – 0.4 mm Pb dla napięcia 100 kV.

Ochronność ścian A i B jest wystarczająca. Ściany nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia (po uwzględnieniu żaluzji antyradiacyjnych na ścianie B).

Stropy nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia.

Wszystkie osłabienia osłonności ścian (technologiczne lub powstałe przy pracach budowlanych lub remontowych) powinny być uzupełnione do wartości nie mniejszych niż podane w opracowaniu.

15. Dokumentacja pracowni.

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 aparatu rentgenowskiego, w tym także urządzeń sygnalizacyjnych i blokujących;

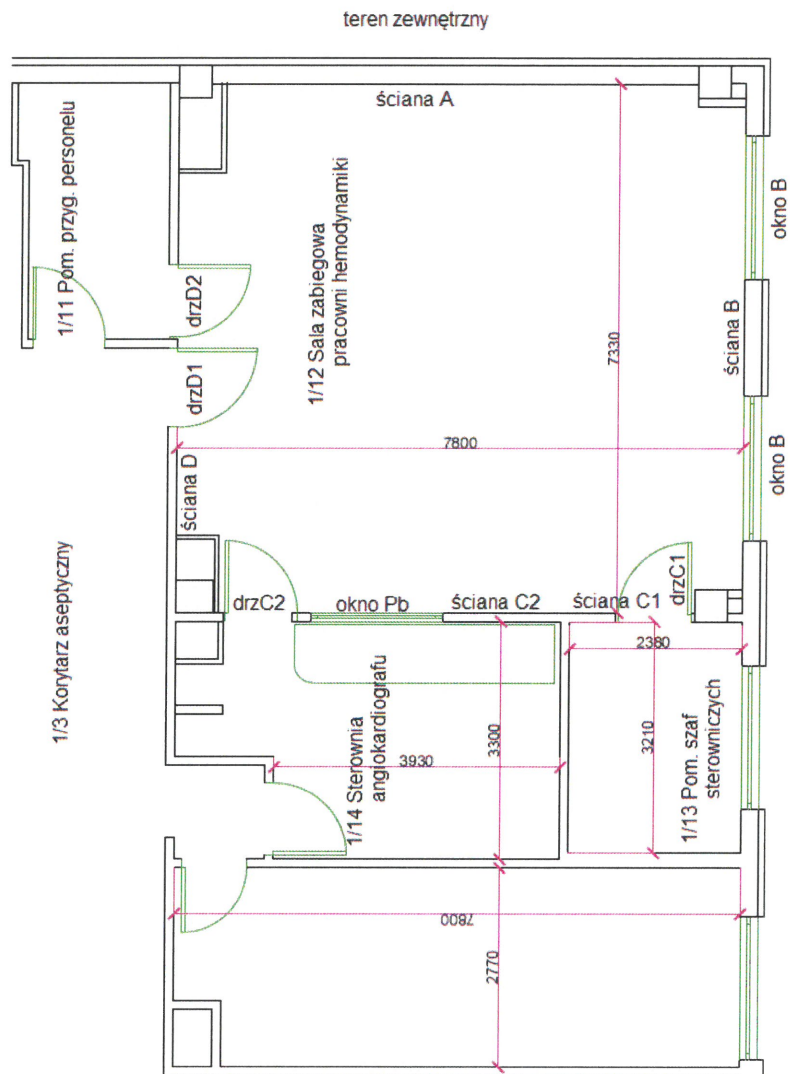
- 4) instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania aparatury dozymetrycznej, jeżeli znajduje się w wyposażeniu pracowni;
- 5) protokoły pomiarów dozymetrycznych;
- 6) protokoły pokontrolne;
- 7) dokumenty programu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, o którym mowa w § 21 Dz.U.06.180.1325, oraz instrukcja ochrony radiologicznej, określona w załączniku nr 3 do powyższego rozporządzenia, opracowana zgodnie z wytycznymi określonymi w załączniku nr 2 do rozporządzenia;
- 8) zapisy dotyczące wewnętrznych testów kontroli parametrów technicznych aparatów rentgenowskich 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.

W pracowni dostępny jest także zbiór przepisów prawnych dotyczących ochrony radiologicznej i zasad stosowania źródeł promieniowania jonizującego w medycynie;

Na wyposażeniu pracowni znajdują się osłony indywidualne pacjenta i personelu przewidziane (zalecane) przez producenta aparatu lub zakładowego inspektora ochrony radiologicznej.

Zestawienie osłon stałych

l.p.	Opis istniejących osłon	Równowaznik ołowiu dla projektowanej osłony	Minimalna grubość osłony z obliczeń	Uwagi
1.	Ściana A – ściana wewnętrzna wykonana z cegły ceramicznej dziurawki. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $0,8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 24 cm.	1.0 mm Pb dla napięcia 100 kV.	0.8 mm Pb dla napięcia 100 kV.	Osłona jest wystarczająca.
2.	Ściana B – jak ściana A. W ścianie tej znajdują się okna (okno B).	1.0 mm Pb dla napięcia 100 kV.	0.8 mm Pb dla napięcia 100 kV, okna B-0.4mmPb	Osłona jest wystarczająca. Wykonać żaluzje antyradiacyjne.
3.1.	Ściana C1 – ściana wewnętrzna wykonana z cegły ceramicznej dziurawki. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $0,6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 11.5 cm. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (drzC1).	0.36 mm Pb dla napięcia 100 kV, drzwi ochronne	0.6 mm Pb dla napięcia 100 kV, drzwi 1.0 mm Pb	Osłona nie jest wystarczająca. Dołożyć 0.5 mm Pb. Osłonność drzwi jest wystarczająca
3.2.	Ściana C2 – jak ściana C1. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (drzC2) i okno ochronne (okno Pb).	0.36 mm Pb dla napięcia 100 kV, drzwi ochronne, okno ochronne	0.9 mm Pb dla napięcia 100 kV, drzwi 1.0 mm Pb, oknoPb 1.0 mmPb	Osłona nie jest wystarczająca. Dołożyć 1 mmPb. Osłonność drzwi jest wystarczająca Osłonność okna jest wystarczająca
4.	Ściana D – jak ściana C1. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $0,6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 11.5 cm. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (drzD1 drzD2).	0.36 mm Pb dla napięcia 100 kV, drzwi ochronne	1.2 mm Pb dla napięcia 100 kV, drzwi 1.5 mm Pb	Osłona nie jest wystarczająca. Dołożyć 1 mmPb. Osłonność drzwi jest wystarczająca
5.	Podłoga – strop monolityczny żelbetowy o grubości 24 cm. Materiał izolujący i wykończeniowy pominięto w opracowaniu. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $2,2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 24 cm.	4.17 mm Pb dla napięcia 100 kV.	2.0 mm Pb dla napięcia 100 kV.	Osłona jest wystarczająca.
6.	Sufit – jak podłoga. Strop nie jest rozpatrywany jako osłona radiologiczna.	4.17 mm Pb dla napięcia 100 kV.	Nie dotyczy	Nie dotyczy



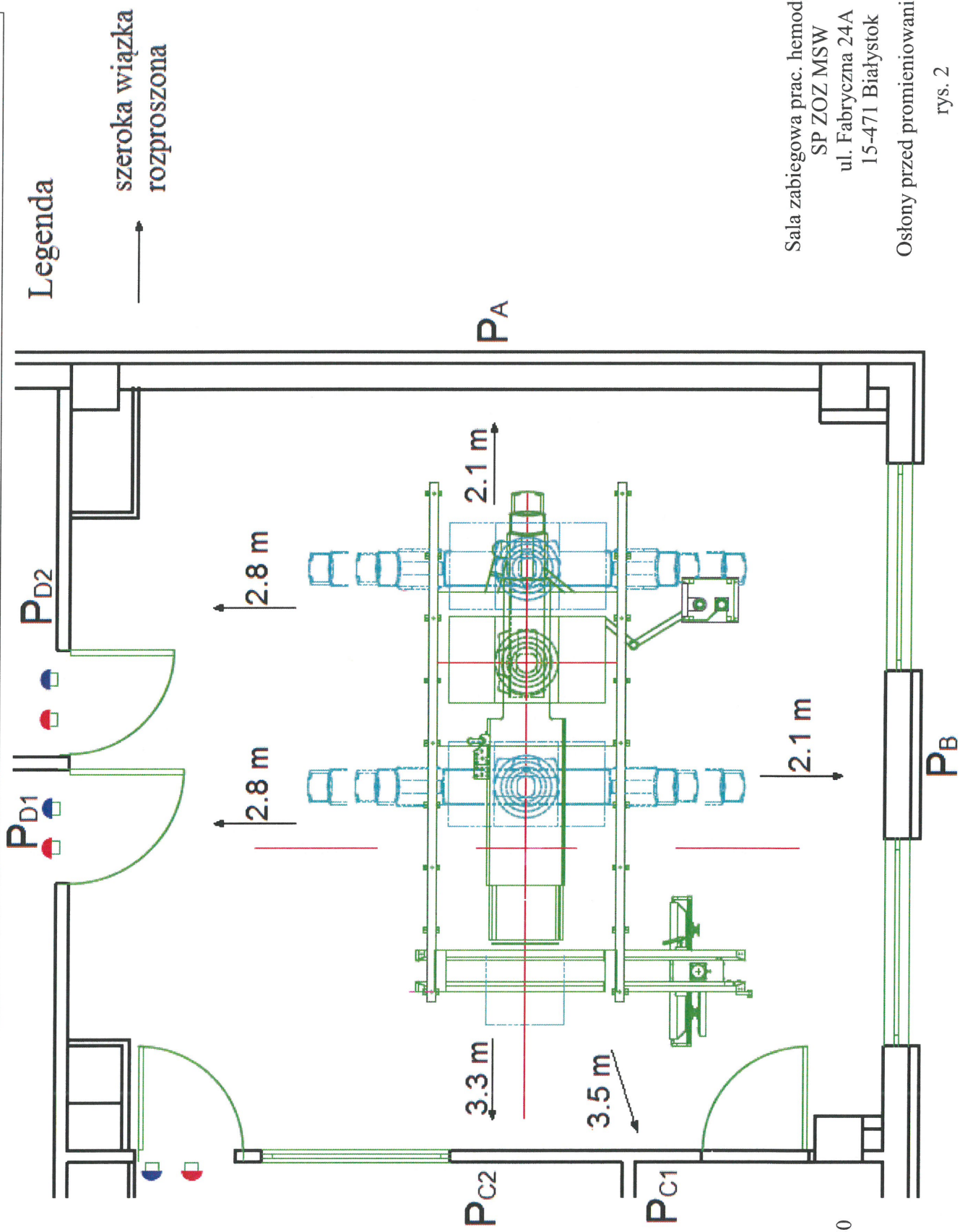
teren zewnętrzny

Sala zabiegowa prac. hemodynamiki
SP ZOZ MSW
ul. Fabryczna 24A
15-471 Białystok

Skala 1:100

Plan pracowni RTG - opis ścian

rys. 1



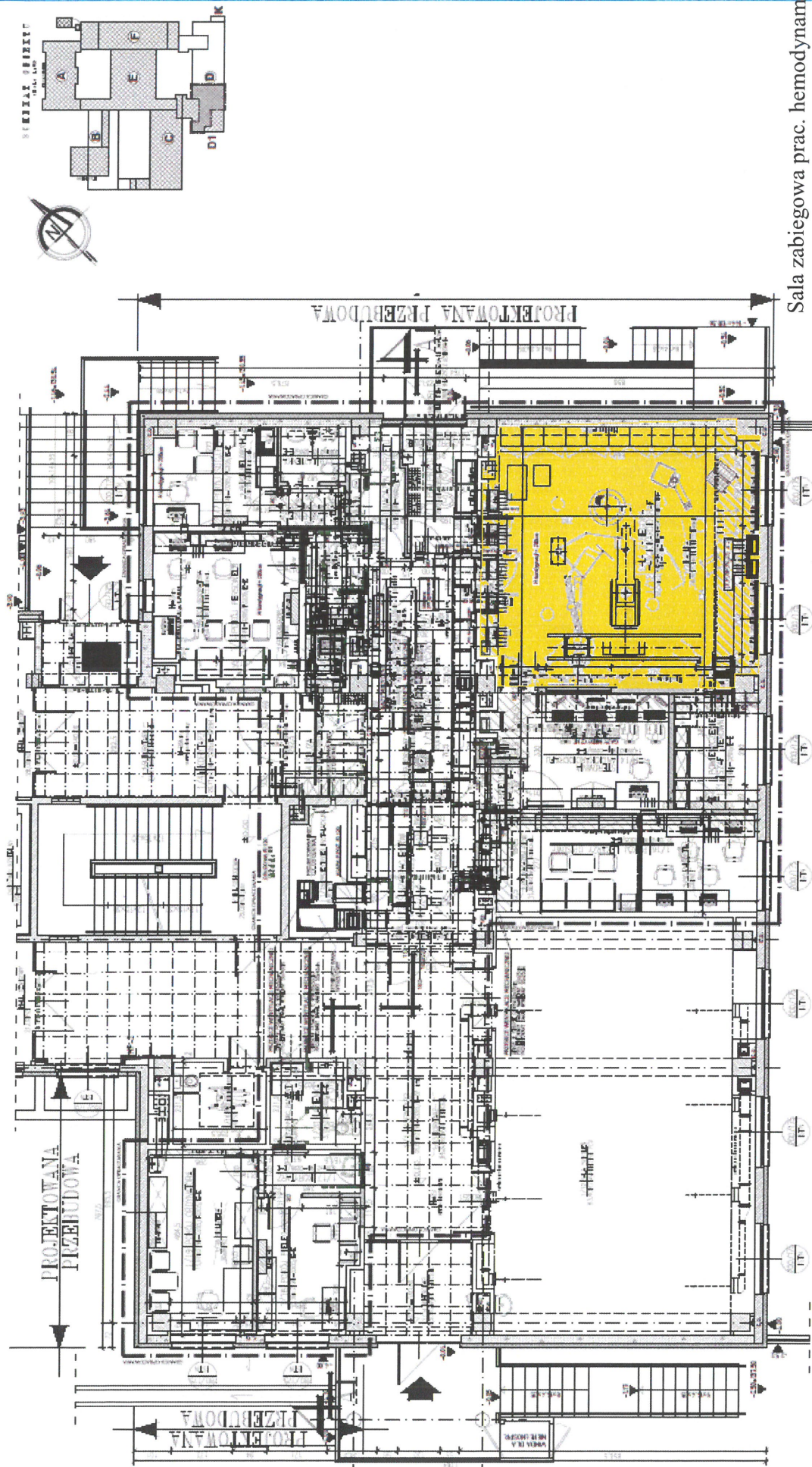
skala 1:50

Sala zabiegowa prac. hemodynamiki
SP ZOZ MSW
ul. Fabryczna 24A
15-471 Białystok

Ostony przed promieniowaniem RTG

rys. 2

Projekt ochrony radiologicznej
Sala zabiegowa pracowni hemodynamiki – SP ZOZ MSW, ul. Fabryczna 27, 15-471 Białystok



Sala zabiegowa prac. hemodynamiki
SP ZOZ MSW
ul. Fabryczna 24A
15-471 Białystok

Plan ogólny

rys. 3