



# MaKo

consulting

ul. Peowiaków 9/27

22-400 Zamość

NIP:825-211-39-89

www.makoconsulting.com.pl

## PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY

ZADANIE	Dokumentacja projektowa na realizację projektu pn. „Utworzenie wzorcowego ośrodka kompleksowej opieki nad pacjentami ze schorzeniami neurologiczno-neurochirurgicznymi w Samodzielnym Publicznym Szpitalu Wojewódzkim im. Papieża Jana Pawła II w Zamościu”.
ZAWARTOŚĆ	Projekt osłon stałych Sali Hybrydowej
ZAKRES	Remont Sali C1 Bloku Operacyjnego II piętro bloku B
BRANŻA	Radiologiczna
INWESTOR	Samodzielny Publiczny Szpital Wojewódzki im. Papieża Jana Pawła II w Zamościu al. Jana Pawła II 10, 22-400 Zamość
NR DZIAŁEK EWID.	84/7; 84/8
OBRĘB	0001 Miasto Zamość
JEDNOSTKA EWIDENCYJNA	066401_1 Zamość
KOD CPV	45000000-7
KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO	XI K 4 W 2,5

Funkcja	Specjalność	Imię i nazwisko	Uprawnienia	Podpis
Projektant	Radiologiczna	Robert Chrenowicz	Decyzja nr IOR/153/2015	

20 KWIECIEŃ 2018 r.

Białystok, dn. 20.04.2018 r.

# Projekt osłon stałych

Sala hybrydowa 3/72  
Samodzielny Publiczny Szpital Wojewódzki  
Al. Jana Pawła II 10  
22-400 Zamość

projekt wykonał:  
Robert Chrenowicz  
Inspektor ochrony radiologicznej  
typu: IOR-3.  
Decyzja Nr IOR/153/2015  
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 w narażeniu na promieniowanie jonizujące .....	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. 6
11.1. Czas narażenia na promieniowanie .....	str. 6
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. 18

## 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 osłon stałych sali hybrydowej 3/72 SPSW, Al. Jana Pawła II 10, 22-400 Zamość, 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 2017 r. poz. 576 – Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 10 marca 2017 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 aparatu rentgenowskiego Artis zee firmy Siemens,
- Projekt adaptacyjny sali hybrydowej, 22.02.2018.

## **2. Opis usytuowania.**

Sala hybrydowa 3/72 SPSW, Al. Jana Pawła II 10, 22-400 Zamość, zwana dalej pracownią RTG, zlokalizowana jest w pomieszczeniach kompleksu szpitalnego, na drugim piętrze, blok B. Pomieszczenie z angiografem Artis zee znajduje się w budynku wielokondygnacyjnym.

Niniejszy projekt dotyczy pomieszczenia sali hybrydowej (pom. 3/72), w której znajduje się angiograf Artis zee firmy Siemens.

Powierzchnia sali hybrydowej (pom. 3/72) z angiografem Artis zee wynosi 49,17 m<sup>2</sup>. Wysokość pomieszczenia wynosi 3,3 m. Zwymiarowany plan pracowni RTG wraz z opisem ścian zamieszczony jest w drugiej części opracowania (załączniki – rys. 1) w skali 1:50.

Pomieszczenie z angiografem Artis zee (pom. 3/72) sąsiaduje z (zgodnie z rys. 1):

- śluzą (pom. 3/77) oraz korytarzem (strona brudna traktu operacyjnego) (pom. 3/52) (za ścianą A-B z drzwiami D3.9),
- salą operacyjną aseptyczną (pom. 3/71) (za ścianą B-C)
- pom. przygotowania lekarzy (pom. 3/70), pom. przygotowania pacjenta (pom. 3/73a) i magazynem (pom. 3/73c) (za ścianą C-D z drzwiami D3.8 i D3.7),
- sterownią (pom. 3/75) (za ścianą D-E z oknem Pb O1.1),
- pom. wc (pom. 3/78) (za ścianami E-F i F-A).

Pod pomieszczeniem pracowni RTG są pomieszczenia oddziału radiologii (pracownia tomografu komputerowego wraz z pomieszczeniami pomocniczymi).

Nad pomieszczeniem pracowni RTG jest wentylatornia (pom. techniczne).

### **3. Wiązki promieniowania jonizującego.**

Ze względu na rolę i przeznaczenie aparatu rtg z ramieniem C w sali operacyjnej, 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 i izolacyjne zostały pominięte w opracowaniu.

1. Ściana A-B – ściana wewnętrzna wykonana z cegły ceramicznej dziurawki. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości  $0.8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  i grubości 12 cm. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (D3.9).
2. Ściana B-C – jak ściana A-B.
3. Ściana C-D – jak ściana A-B. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (D3.8 oraz D3.7).
4. Ściana D-E – ściana z czterech płyt g-k na ruszcie systemowym. Do obliczeń przyjmuję zerową ochronność płyt g-k. w ścianie tej znajduje się okno ochronne Pb 01.1.
5. Ściana E-F – jak ściana A-B.
6. Ściana F-A – jak ściana wewnętrzna wykonana z cegły ceramicznej dziurawki. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  i grubości 1.2 cm.
7. Podłoga – strop typu Akerman o grubości 38 cm. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości  $2.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  i grubości 8 cm oraz materiał o gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  i grubości 4 cm.
8. Sufit – jak podłoga.

### **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 lub przebywające na terenie pracowni (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 zatrudnione lub przebywające w sterowni podczas pracy aparatu zostały zakwalifikowane do kategorii osób pracujących w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim i do obliczeń przyjmują dawkę pochłoniętą 52.2 µGy/tydzień. Pozostałe osoby zostały zakwalifikowane do kategorii osób z ogółu ludności i do obliczeń przyjmują dawkę pochłoniętą 8.7 µGy/tydzień.

## **6. Wyposażenie pracowni RTG.**

Pracownia jest wyposażona w aparat rentgenowski Artis zee firmy Siemens z ramieniem C zwany dalej aparatem. Aparat ten będzie służył wyłącznie do fluoroskopii.

Aparat jest wyposażony w wysokoczęstotliwościowy generator A100 Plus.

- |                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| • Napięcie anodowe (max.)             | 125 kV,         |
| • Prąd anodowy/fluoroscopia/ (max.) / | 250 mA,         |
| • Czas ekspozycji                     | 0.5 – 500 ms,   |
| • Ognisko                             | 0.3/0.6/1.0 mm, |
| • Filtracja całkowita                 | ≥ 2.5 mm Al,    |
| • Promieniowanie uboczne              | ≤ 0.44 mGy/h.   |

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

## **7. Założenia pracy w narażeniu na promieniowanie jonizujące.**

Uwzględniając niejednorodny rozkład badań w miesiącu i zawyżając parametry badań w opracowaniu uniknięto kłopotliwego sumowania narażenia pochodzącego od konkretnych badań i stosowanych technik (fluoroscopia ciągła, pulsacyjna, radiografia, DA, DSA). Przyjęto jednocześnie, że praca wykonywana w sobotę i niedzielę odpowiada jednemu dniu powszedniemu.

Zakłada się wykonywanie do 10 badań dziennie na zmianę z użyciem aparatu do 10 minut na zabieg. Zakłada się pracę przez 6 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  $t_0 = 10 \text{ eksp.} \times 10 \text{ min} \times 6 \text{ dni} = 600 \text{ minut} = 10 \text{ godzin}$  w ciągu tygodnia.

Nie przewiduje się przekraczania poniższych parametrów w typowej eksploatacji aparatu: 100 kV, 6 mA, 10 min.

## **8. Rozmieszczenie aparatury.**

Rozmieszczenie aparatury pokazano na rysunkach 2 i 3 (załączniki).

## **9. Wentylacja – wymagania.**

W pracowni z aparatem RTG wymagana jest sprawna wentylacja zapewniająca przynajmniej 1.5 krotną wymianę powietrza w ciągu godziny. W pracowni jest stosowana 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 D3.7, D3.8 oraz D3.9).

## **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,  
 $t_0$  - 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)

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

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.

Grubość 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:

$\rho_0$  – gęstość materiału podana w tablicy normy PN-86/J-80001,  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ,

$\rho$  – 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,  $\mu\text{Gy}$ ,

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,  $\text{m}^2$ .

**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 osłanianie 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 aparatu Artis zee firmy Siemens przyjmuję moc dawki promieniowania ubocznego  $0.44 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ .

## 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 przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego (punkt za ścianą).

Podane na rysunku nr 2 (załączniki) punkty  $P_{AB}$ ,  $P_{BC}$ ,  $P_{CD}$ ,  $P_{DE}$  oraz  $P_{EF}$  są to punkty znajdujące się bezpośrednio za ścianami.

W przypadku promieniowania rozproszonego najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego to *najkrótsza odległość od punktu wejścia wiązki w ciało pacjenta do ściany + grubość ściany*.

### 12.1. Ściana A-B.

Ściana A-B jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od korytarza (strona brudna traktu operacyjnego). Obliczenia wykonano dla punktu  $P_{AB}$ .

Z tablicy 9 normy PN-86/J-80001 wynika, że cegła o grubości 130 mm i gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  jest równoważna 1.0 mm Pb dla napięcia 150 kV. Ściana A-B wykonana jest z materiału o grubości 120 mm i gęstości  $1.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Po przeliczeniu zgodnie ze wzorem 3 gęstości materiału otrzymuję materiał o grubości 147.7 mm i gęstości  $1.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  równoważny 1.0 mm Pb dla napięcia 150 kV. Grubość osłony A-B wynosi 120 mm. Istniejąca osłona jest zatem równoważna 0.81 mm Pb dla napięcia 150 kV.

Do obliczeń przyjmuję osłonność ściany 0.81 mm Pb.

Do obliczeń przyjmuję:

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

$l = 2.5 \text{ m}$  – 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,

$t = T \cdot U \cdot t_0 = 0.25 \cdot 1 \cdot 10 \text{ godzin} = 2.5 \text{ godziny}$ ,

$I = 6 \text{ mA}$ ,

$k_{\text{ściany}} = 80$  dla napięcia 150 kV (równoważnik ołowiu 0.81 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.

$$C_1 = 3.6 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 1.5 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się w punkcie  $P_{AB}$ .

**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 2.5 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 70.4 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 176 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 1.5 mm Pb (wartość z punktu 12.1.1) osłabi wiązkę promieniowania ubocznego  $k_{\text{ściany}} = 600$  razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{ściany}} = 176/600 \mu\text{Gy} = 0.3 \mu\text{Gy}.$$

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-C.

Ściana B-C jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od sali operacyjnej aseptycznej. Obliczenia wykonano dla punktu  $P_{BC}$ .

Jak ściana A-B.

Do obliczeń przyjmuję osłonność ściany 0.81 mm Pb.

Do obliczeń przyjmuję:

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

$l = 3.7 \text{ m}$  – 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,

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 10 \text{ godzin} = 10 \text{ godzin},$$

$$I = 6 \text{ mA},$$

$k_{\text{ściany}} = 80$  dla napięcia 150 kV (równoważnik ołowiu 0.81 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.

$$C_1 = 1.98 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 1.8 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się w punkcie  $P_{\text{BC}}$ .

**12.2.2.** Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ najmniejsza odległość w tym przypadku wynosi 3.7 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 32.1 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 321 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 1.8 mm Pb (wartość z punktu 12.2.1) osłabi wiązkę promieniowania ubocznego  $k_{\text{ściany}} = 1500$  razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{ściany}} = 321/1500 \mu\text{Gy} = 214 \text{ nGy}.$$

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.

### **12.3. Ściana C-D.**

Ściana C-D jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od pom. przygotowania lekarzy, pom. przygotowania pacjenta i pom. magazynu. Obliczenia wykonano dla punktu  $P_{\text{CD}}$ .

Jak ściana A-B.

Do obliczeń przyjmuję osłonność ściany 0.81 mm Pb.

Do obliczeń przyjmuję:

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

$l = 2.8 \text{ m}$  – 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,

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 0.25 \cdot 1 \cdot 10 \text{ godzin} = 2.5 \text{ godziny},$$

$$I = 6 \text{ mA},$$

$k_{\text{ściany}} = 80$  dla napięcia 150 kV (równoważnik ołowiu 0.81 mm – patrz p.4.3.).

**12.3.1.** 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.

$$C_1 = 4.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 1.4 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się w punkcie  $P_{CD}$ .

**12.3.2.** Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

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

$$\dot{D}_u = 56.1 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 140.3 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 1.4 mm Pb (wartość z punktu 12.3.1) osłabi wiązkę promieniowania ubocznego  $k_{\text{ściany}} = 500$  razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{ściany}} = 140.3/500 \mu\text{Gy} = 280 \text{ nGy}.$$

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.

## **12.4. Ściana D-E.**

Ściana D-E jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od pomieszczenia sterowni. Obliczenia wykonano dla punktu  $P_{DE}$ .

Do obliczeń przyjmuję zerową osłonność ściany.

Do obliczeń przyjmuję:

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

$l = 4.2 \text{ m}$  – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego prom. od miejsca osłanianego,

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

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

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 10 \text{ godzin} = 10 \text{ godzin},$$

$$I = 6 \text{ mA},$$

$$k_{\text{ściany}} = 1 \text{ (zerowa osłonność ściany – patrz p.4.4.)}.$$

**12.4.1.** 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.

$$C_1 = 15.3 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 0.9 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się w punkcie  $P_{DE}$ .

#### 12.4.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ najmniejsza odległość w tym przypadku wynosi 4.2 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 24.9 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 249 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 0.9 mm Pb (wartość z punktu 12.4.1) osłabi wiązkę promieniowania ubocznego  $k_{\text{ściany}} = 100$  razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{ściany}} = 249/100 \mu\text{Gy} = 2.5 \mu\text{Gy}.$$

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. Ściany E-F oraz F-A.

Ściany E-F oraz F-A są osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddzielają pracownię od pom. wc. Obliczenia wykonano dla punktu  $P_{EF}$ .

Ściana E-F jak ściana A-B.

Do obliczeń przyjmuję osłonność ściany 0.81 mm Pb.

Ściana F-A.

Z tablicy 9 normy PN-86/J-80001 wynika, że cegła o grubości 130 mm i gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  jest równoważna 1.0 mm Pb dla napięcia 150 kV. Ściana F-A wykonana jest z materiału o grubości 12 mm i gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Istniejąca osłona jest zatem równoważna 0.81 mm Pb dla napięcia 150 kV.

Do obliczeń przyjmuję osłonność ściany 0.09 mm Pb.

Do obliczeń przyjmuję:

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

$l = 4.3 \text{ m}$  – 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,

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 0.25 \cdot 1 \cdot 10 \text{ godzin} = 2.5 \text{ godziny},$$

$$I = 6 \text{ mA},$$

$k_{\text{ściany}} = 80$  dla napięcia 150 kV (równoważnik ołowiu 0.81 mm – patrz p.4.5.).

$k_{\text{ściany}} = 1$  dla napięcia 150 kV (równoważnik ołowiu 0.09 mm – patrz p.4.6.).

**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.

$$C_1 = 10.7 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 1.0 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się w punkcie  $P_{\text{EF}}$ .

**12.5.2.** Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ najmniejsza odległość w tym przypadku wynosi 4.3 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 23.8 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 59.5 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 1.0 mm Pb (wartość z punktu 12.5.1) osłabi wiązkę promieniowania ubocznego  $k_{\text{ściany}} = 150$  razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{ściany}} = 59.5/150 \mu\text{Gy} = 0.4 \mu\text{Gy}.$$

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.

## **12.6. Podłoga.**

Podłoga jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od pomieszczeń szpitalnych.

Z tablicy 7 normy PN-86/J-80001 wynika, że beton o grubości 84 mm i gęstości  $2.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  dla napięcia 150 kV jest równoważny 1.0 mm Pb. Strop wykonany jest z materiału o minimalnej grubości 80 mm. Istniejąca osłona jest zatem równoważna 0.95 mm Pb dla napięcia 150 kV.

Z tablicy 9 normy PN-86/J-80001 wynika, że cegła o grubości 130 mm i gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  jest równoważna 1.0 mm Pb dla napięcia 150 kV. Strop wykonana jest z materiału o grubości 40 mm i gęstości  $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Istniejąca osłona jest zatem równoważna 0.3 mm Pb dla napięcia 150 kV.

Sumaryczna grubość osłony wynosi 1.25 mm Pb dla napięcia 150 kV.

Do obliczeń przyjmuję osłonność stropu 1.25 mm Pb.

Do obliczeń przyjmuję:

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

$l = 2.7 \text{ m}$  – 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,

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 10 \text{ godzin} = 10 \text{ godzin},$$

$$I = 6 \text{ mA},$$

$k_{\text{stropu}} = 300$  dla napięcia 150 kV (równoważnik ołowiu 1.25 mm – patrz p.4.7.).

**12.6.1.** 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.

$$C_1 = 1.05 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}.$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 2.2 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się pod pracownią RTG.

**12.6.2.** Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ odległość w tym przypadku wynosi 2.7 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 60.4 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 604 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 2.2 mm Pb (wartość z punktu 12.6.1) osłabi wiązkę promieniowania ubocznego  $k_{\text{stropu}} = 3000$  razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{stropu}} = 604/3000 \mu\text{Gy} = 0.2 \mu\text{Gy}.$$

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.

## **12.7. Sufit.**

Sufit jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od pomieszczeń technicznych (wentylatornia).

Jak podłoga.

Do obliczeń przyjmuję osłonność stropu 1.25 mm Pb.

Do obliczeń przyjmuję:

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

$l = 2.6 \text{ m}$  – 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,

$$t = T \cdot U \cdot t_0 = 0.05 \cdot 1 \cdot 10 \text{ godzin} = 0.5 \text{ godziny},$$

$$I = 6 \text{ mA},$$

$k_{\text{stropu}} = 300$  dla napięcia 150 kV (równoważnik ołowiu 1.25 mm – patrz p.4.8.).

**12.7.1.** 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.

$$C_1 = 19.6 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}.$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 0.8 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się nad pracownią RTG.

**12.7.2.** Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ odległość w tym przypadku wynosi 2.6 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 65.1 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_u = 32.6 \mu\text{Gy}.$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 1.25 mm Pb osłabi wiązkę promieniowania ubocznego  $k_{\text{stropu}} = 300$  razy.

Wobec tego tygodniowa dawka promieniowania ubocznego za osłoną wynosi:

$$D_u/k_{\text{stropu}} = 32.6/300 \mu\text{Gy} = 0.11 \mu\text{Gy}.$$

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.

### 13. Zestawienie osłon stałych.

#### 13.1. Ściana A-B.

Z obliczeń wynika grubość osłony 1.5 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się w punkcie  $P_{AB}$ . Przyjęta do obliczeń grubość osłony (p. 4.1.) przeliczona na równoważną grubość ołowiu wynosi 0.81 mm Pb dla napięcia 150 kV. Ściana A-B wymaga dosłonięcia. Osłonność ściany nie jest wystarczająca.

Drzwi D3.9 powinny posiadać wkładkę z blachy ołowianej o minimalnej grubości 1.5 mm Pb.

#### 13.2. Ściana B-C.

Z obliczeń wynika grubość osłony 1.8 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się w punkcie  $P_{BC}$ . Przyjęta do obliczeń grubość osłony (p. 4.2.) przeliczona na równoważną grubość ołowiu wynosi 0.81 mm Pb dla napięcia 150 kV. Ściana B-C wymaga dosłonięcia. Osłonność ściany nie jest wystarczająca.

#### 13.3. Ściana C-D.

Z obliczeń wynika grubość osłony 1.4 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się w punkcie  $P_{CD}$ . Przyjęta do obliczeń grubość osłony (p. 4.3.) przeliczona na równoważną grubość ołowiu wynosi 0.81 mm Pb dla napięcia 150 kV. Ściana C-D wymaga dosłonięcia. Osłonność ściany nie jest wystarczająca.

Drzwi D3.7 oraz D3.8 powinny posiadać wkładkę z blachy ołowianej o minimalnej grubości 1.4 mm Pb.

#### 13.4. Ściana D-E.

Z obliczeń wynika grubość osłony 0.9 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się w punkcie  $P_{DE}$ . Przyjęta do obliczeń grubość osłony (p. 4.4.) przeliczona na równoważną grubość ołowiu wynosi 0.0 mm Pb dla napięcia 150 kV. Ściana D-E wymaga dosłonięcia. Osłonność ściany nie jest wystarczająca.

Okno Pb powinno posiadać równoważnik ołowiu nie mniejszy niż 1.0 mm Pb dla napięcia 125 kV.

#### 13.5. Ściana E-F.

Z obliczeń wynika grubość osłony 1.0 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się w punkcie  $P_{EF}$ . Przyjęta do obliczeń grubość osłony (p. 4.5.) przeliczona na równoważną grubość ołowiu wynosi 0.81 mm Pb dla napięcia 150 kV. Ściana E-F wymaga dosłonięcia. Osłonność ściany nie jest wystarczająca.

#### 13.6. Ściana F-A.

Z obliczeń wynika grubość osłony 1.0 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się w punkcie  $P_{FA}$ . Przyjęta do obliczeń grubość osłony (p. 4.6.) przeliczona na równoważną grubość ołowiu wynosi 0.09 mm Pb dla napięcia 150 kV. Ściana F-A wymaga dosłonięcia. Osłonność ściany nie jest wystarczająca.

#### 13.7. Podłoga.

Z obliczeń wynika grubość stropu 2.2 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się pod pracownią. Przyjęta do obliczeń grubość stropu (p. 4.7.) przeliczona na równoważną grubość ołowiu wynosi 1.25 mm Pb dla napięcia 150 kV. Strop wymaga dosłonięcia. Osłonność stropu nie jest wystarczająca.

#### 13.8. Sufit.

Z obliczeń wynika grubość stropu 0.8 mm Pb dla napięcia 125 kV dla osób znajdujących się nad pracownią. Przyjęta do obliczeń grubość stropu (p. 4.8.) przeliczona na równoważną grubość ołowiu wynosi 1.25 mm Pb dla napięcia 150 kV. Strop nie wymaga dosłonięcia. Osłonność stropu jest wystarczająca.

### 14. Technologia wykonania osłon.

Z obliczeń wynika, że prawie wszystkie ściany i stropy w pracowni RTG wymagają dosłonięcia. Osłonność istniejących ścian i stropów nie jest wystarczająca.

Ściana A-B – należy dołożyć nie mniej niż 0.7 mm Pb.

Ściana B-C – należy dołożyć nie mniej niż 1.0 mm Pb.

Ściana C-D – należy dołożyć nie mniej niż 0.6 mm Pb.

Ściana D-E – należy dołożyć nie mniej niż 0.9 mm Pb.

Ściana E-F – należy dołożyć nie mniej niż 0.2 mm Pb.

Ściana F-A – należy dołożyć nie mniej niż 1.0 mm Pb.

Podłoga – należy dołożyć nie mniej niż 1.0 mm Pb.

Wymagana osłonność drzwi.

D3.7 – minimum 1.4 mm Pb.

D3.8 – minimum 1.4 mm Pb.

D3.9 – minimum 1.5 mm Pb.

Wymagana osłonność okna Pb (szyba ołowiana).

O1.1 – równoważnik ołowiu nie mniej niż 1.0 mm Pb dla napięcia 125 kV.

Sufit nie wymaga dosłonięcia. Osłonność sufitu jest wystarczająca.

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:

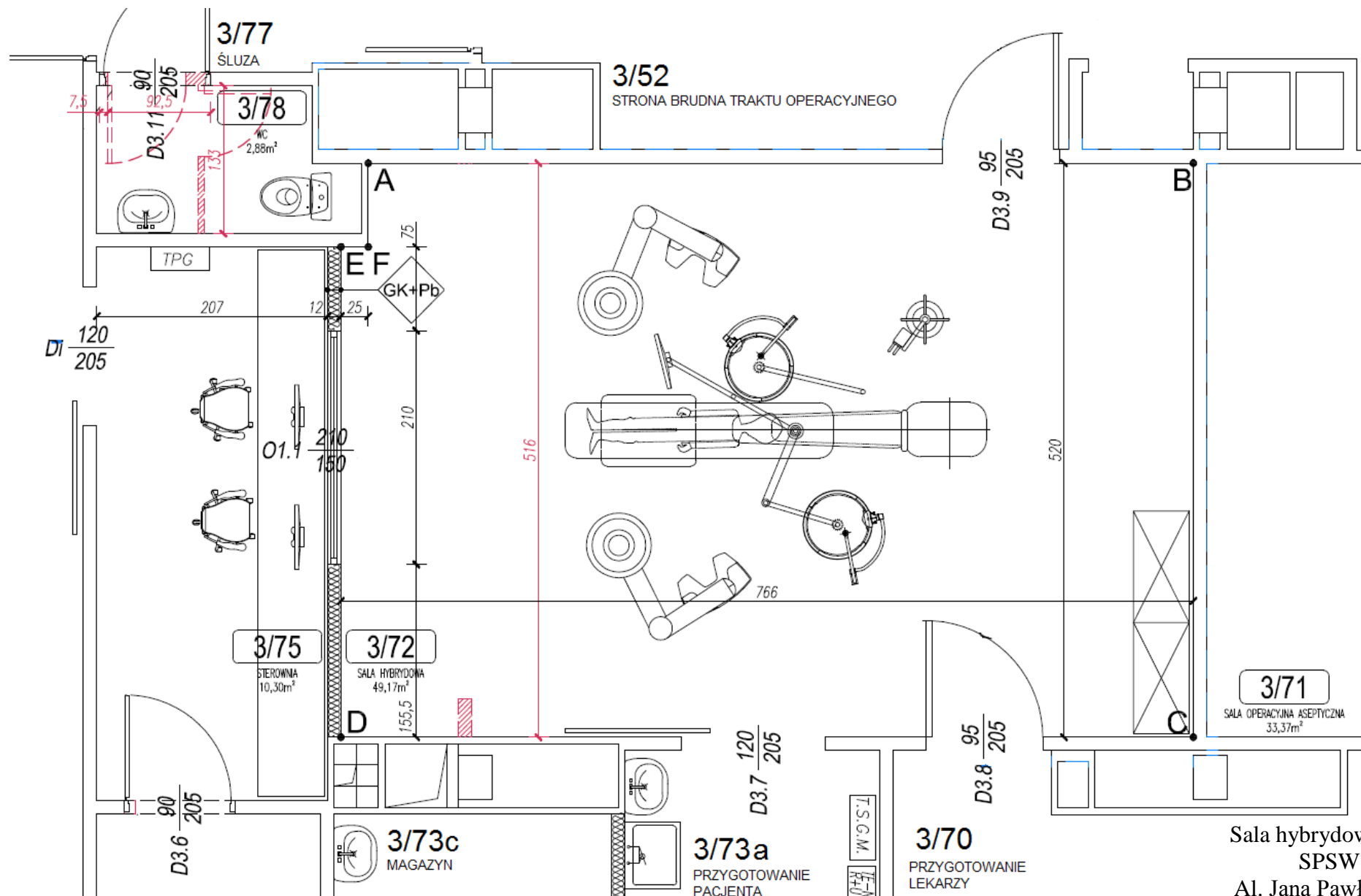
- 1) zezwolenie na uruchomienie i stosowanie aparatów rentgenowskich znajdujących się w pracowni i uruchomienie pracowni;
- 2) projekt pracowni lub gabinetu (rzuty pomieszczeń) wraz z projektem i opisem osłon stałych oraz wentylacji, zatwierdzonym przed uruchomieniem aparatu rentgenowskiego przez właściwego 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	Równoważnik ołowiu dla projektowanej osłony	Minimalna grubość osłony z obliczeń	Uwagi
1.	Ściana A-B – ściana wewnętrzna wykonana z cegły ceramicznej dziurawki. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $0.8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 12 cm. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (D3.9).	0.81 mm Pb dla napięcia 150 kV.	1.5 mm Pb dla napięcia 125 kV, drzwi 1.5 mm Pb	<u>Osłona nie jest wystarczająca.</u> Należy dołożyć min. 0.7 mm Pb.
2.	Ściana B-C – jak ściana A-B.	0.81 mm Pb dla napięcia 150 kV.	1.8 mm Pb dla napięcia 125 kV.	<u>Osłona nie jest wystarczająca.</u> Należy dołożyć min. 1.0 mm Pb.
3.	Ściana C-D – jak ściana A-B. W ścianie tej znajdują się drzwi ochronne (D3.8 oraz D3.7).	0.81 mm Pb dla napięcia 150 kV.	1.4 mm Pb dla napięcia 125 kV, drzwi 1.4 mm Pb	<u>Osłona nie jest wystarczająca.</u> Należy dołożyć min. 0.6 mm Pb.
4.	Ściana D-E – ściana z czterech płyt g-k na ruszcie systemowym. Do obliczeń przyjmuję zerową ochronność płyt g-k. w ścianie tej znajduje się okno ochronne Pb 01.1.	0.0 mm Pb dla napięcia 150 kV.	0.9 mm Pb dla napięcia 125 kV, okno 1.6 mm Pb	<u>Osłona nie jest wystarczająca.</u> Należy dołożyć min. 0.9 mm Pb.
5.	Ściana E-F – jak ściana A-B.	0.81 mm Pb dla napięcia 150 kV.	1.0 mm Pb dla napięcia 125 kV.	<u>Osłona nie jest wystarczająca.</u> Należy dołożyć min. 0.2 mm Pb.
6.	Ściana F-A – jak ściana ściana wewnętrzna wykonana z cegły ceramicznej dziurawki. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 1.2 cm.	0.09 mm Pb dla napięcia 150 kV.	1.0 mm Pb dla napięcia 125 kV.	<u>Osłona nie jest wystarczająca.</u> Należy dołożyć min. 1.0 mm Pb.
7.	Podłoga – strop typu Akerman o grubości 38 cm. Do obliczeń przyjmuję materiał o grubości 8 cm i gęstości $2.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ oraz materiał o gęstości $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 4 cm.	1.25 mm Pb dla napięcia 150 kV.	2.2 mm Pb dla napięcia 125 kV.	<u>Osłona nie jest wystarczająca.</u> Należy dołożyć min. 1.0 mm Pb.
8.	Sufit – jak podłoga.	1.25 mm Pb dla napięcia 150 kV.	0.8 mm Pb dla napięcia 125 kV.	Osłona jest wystarczająca.



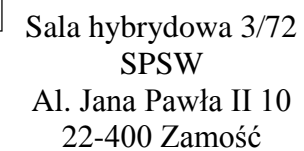
Skala 1:50

Sala hybrydowa 3/72  
SPSW

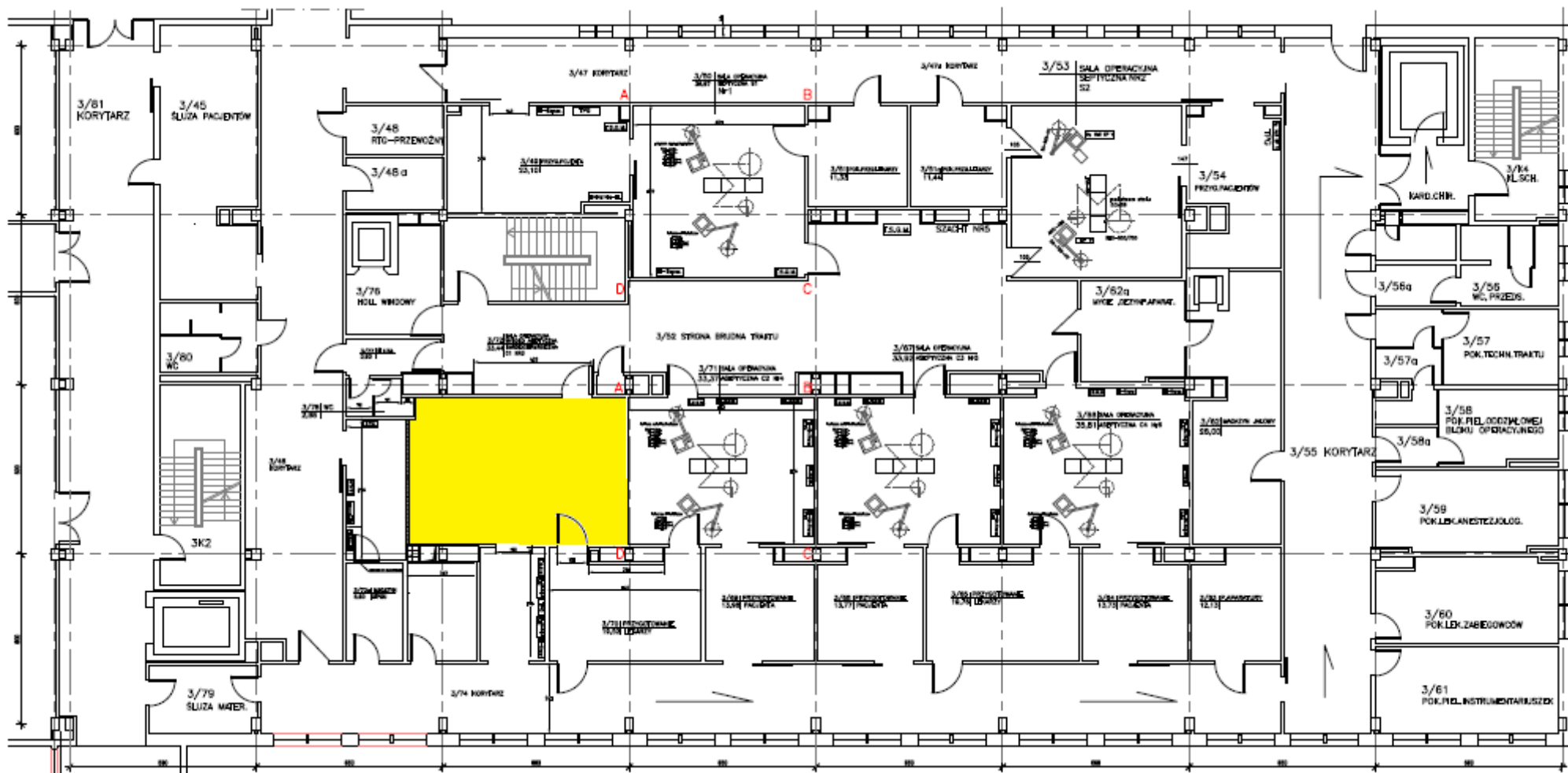
Al. Jana Pawła II 10  
22-400 Zamość

Plan pracowni RTG - opis ścian

rys. 1



rys. 2



Sala hybrydowa 3/72  
SPSW

Al. Jana Pawła II 10  
22-400 Zamość

Plan ogólny

rys. 3