

Warszawa, październik 2010

OPRACOWANIE:

## **PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ**

TEMAT:

### **OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH**

OBIEKT:

**ZAKŁAD OPIEKI ZDROWOTNEJ  
SZPITAL POWIATOWY W SOCHACZEWIE  
ZAKŁAD DIAGNOSTYKI OBRAZOWEJ  
GABINET RENTGENOWSKI**

ADRES:

**96-500 SOCHACZEW, UL. BATALIONÓW CHŁOPSKICH 3/7**

INWESTOR:

**ZOZ Szpital Powiatowy w Sochaczewie  
96-500 Sochaczew, ul. Batalionów Chłopskich 3/7**

AUTOR OPRACOWANIA:

mgr inż. Zbigniew Okoń

**eXPM**  
Zbigniew Okoń

Nowa Iwiczna, ul. Zimowa 71, 05-500 Piaseczno  
NIP: 952-149-37-60, REGON: 142127006

EGZ. 2

## ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

### I. CZĘŚĆ OPISOWA – DANE WYJŚCIOWE

1. Przedmiot i zakres opracowania
2. Materiały wyjściowe do projektowania
3. Wytyczne zapewniające bezpieczną pracę z aparatem rtg
4. Sygnalizacja i oznakowanie
5. Wymagania dla instalacji wentylacyjnej
6. Wykaz dokumentów jakie powinny znajdować się w każdej pracowni rentgenowskiej

### II. GABINET RENTGENOWSKI

Opis i analiza osłon stałych Gabinetu rentgenowskiego

### III. CHARAKTERYSTYKA ŹRÓDŁA PROMIENIOWANIA

### IV. OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH

Założenia i metodyka

Obliczenia

Zestawienie wyników

### V. CZĘŚĆ PROJEKTOWA

RYSUNEK 1 – osłony radiologiczne

## I. CZĘŚĆ OPISOWA – DANE WYJŚCIOWE

### 1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt ochrony radiologicznej, celem opracowania jest obliczenie osłon stałych dla potrzeb modernizowanego gabinetu rentgenowskiego wchodzącego w skład zespołu pomieszczeń istniejącej Pracowni Zakładu Diagnostyki Obrazowej zlokalizowanej w budynku Szpitala Powiatowego ZOZ w Sochaczewie, ul. Batalionów Chłopskich 3/7.

Zakresem opracowania jest całokształt zagadnień ochrony radiologicznej, związanej ze stosowaniem w celach diagnostycznych nowego zdalnie sterowanego systemu RTG do fluoroskopii i radiografii model Precision RXi firmy GE Medical Systems.

Zakres prac remontowych w ww gabinecie RTG wynikał jedynie z przystosowania pomieszczenia do montażu nowego urządzenia rentgenowskiego i dotyczył min.: przebudowy WC, likwidacji jednej z istniejących kabin pacjentów.

#### Dane inwestora:

ZOZ Szpital Powiatowy w Sochaczewie

96-500 Sochaczew, ul. Batalionów Chłopskich 3/7

### 2. Materiały wyjściowe do opracowania

- zlecenie inwestora
- podkład architektoniczny (aranżacja pomieszczenia), program inwestycji
- specyfikacja techniczna aparatu model: Precision RXi firmy GE

#### obowiązujące przepisy, normy

- Ustawa Prawo atomowe z dnia 29 listopada 2000r., (tj. Dz. U. z 2007r. Nr 42, poz. 276 ze zm.);
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006r., w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. z 2006r, Nr 180, poz. 1325);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005r., w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz.U. z 2005r., Nr 20, poz. 168);
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 25 sierpnia 2005r., w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. z 2005r., Nr 194, poz. 1625);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 marca 2008r., w sprawie minimalnych wymagań dla jednostek ochrony zdrowia udzielających świadczeń zdrowotnych w zakresie rentgenodiagnostyki, radiologii zabiegowej oraz diagnostyki i terapii radioizotopowej chorób nowotworowych (Dz.U. z 2008r., Nr 59, poz. 365);
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2002r., w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłaszaniu wykonywania tej działalności (Dz. U. z 2002r., Nr 220, poz. 1851 ze zm.);

- Polska Norma PN-86/J-80001 – Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych, rok wydania 1986;
- Polska Norma PN-79/J-08002 – Źródła promieniowania jonizującego. Znaki ostrzegawcze;

### **3. Wytyczne zapewniające bezpieczną pracę z aparatem rtg**

Gabinet rentgenowski powinien być wyposażony w komplet osłon, tak aby podczas badań/zabiegów stosować osłony osobiste chroniące przed promieniowaniem części ciała i narządy pacjenta nie będące przedmiotem badania, a znajdujące się w wiązce pierwotnej promieniowania, jeżeli nie umniejsza to diagnostycznych wartości wyników badania

Pracownia rentgenowska powinna być wyposażona w takie urządzenia ochronne i zabezpieczające, aby dawki promieniowania otrzymywane przez osoby zatrudnione w pracowni rtg i pomieszczeniach jej przyległych, a także przez osoby postronne przebywające w sąsiedztwie, były tak małe, jak tylko jest to osiągalne, a w żadnym razie nie przekraczały dawek granicznych,

W pomieszczeniu z aparatem rtg nie można umieszczać sprzętów ani urządzeń nie związanych z jego działaniem lub z wykonywanymi badaniami,

Aparat rentgenowski powinien podlegać wewnętrznym testom (testy podstawowe i specjalistyczne – kontrola jakości urządzenia radiologicznego) kontroli fizycznych parametrów technicznych, urządzenie nowo instalowane testom akceptacyjnym,

Urządzenie radiologiczne powinno być zainstalowane w taki sposób, aby zapewniony był swobodny dostęp do pacjenta co najmniej z dwóch stron,

Poszczególne elementy urządzenia powinny być wykorzystywane zgodnie z ich konstrukcją i przeznaczeniem oraz z zachowaniem parametrów określonych przez producenta co zapewni bezpieczną jego eksploatację, a osoby wykonujące ekspozycje przeszkolone w zakresie jego użytkowania oraz w zakresie zasad ochrony radiologicznej,

Osoby zatrudnione w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące powinny podlegać systematycznej kontroli narażenia przez prowadzenie kontroli dawek indywidualnych,

Osobą odpowiedzialną za przestrzeganie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej jest kierownik jednostki organizacyjnej wykonującej działalność związaną z narażeniem,

Wewnętrzny nadzór nad przestrzeganiem wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej sprawuje inspektor ochrony radiologicznej, który min.: opracowuje instrukcję pracy ze źródłami promieniowania rentgenowskiego, określając postępowanie w zakresie ochrony radiologicznej pracowników i pacjentów, prowadzi szkolenia

pracowników, wnioskuje i opiniuje w sprawach wyposażenia pracowni w sprzęt ochronny i aparaturę dozymetryczną, sprawuje nadzór nad prawidłowym działaniem urządzeń radiologicznych i aktualizacją świadectw wzorcowania lub legalizacji, prowadzi ewidencje dawek indywidualnych pracowników, wyjaśnia przyczyny ewentualnego wzrostu dawek indywidualnych otrzymywanych przez pracowników ze szczególnym zwróceniem uwagi na przekroczenia limitów dawek,

W gabinecie, w rejestracji w widocznym miejscu powinna znajdować się informacja o konieczności powiadomienia lekarza, technika lub rejestratorki przed wykonaniem badania o tym, że pacjentka jest w ciąży,

W jednostce organizacyjnej wykonującej działalność wymagającą zezwolenia istnieje obowiązek opracowania i wdrożenia programu zapewnienia jakości

#### **4. Sygnalizacja i oznakowanie**

Drzwi gabinetu Rtg, w którym stosowany będzie aparat rtg Precision RXi od strony sterowni, korytarza/poczekalni, kabiny pacjenta oraz drzwi sterowni, kabiny pacjenta od strony korytarza powinny być oznakowane tablicą informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym,

Nad drzwiami gabinetu, sterowni, kabiny pacjenta od strony komunikacji powinien być zainstalowany system sygnalizacyjno-ostrzegawczy zabraniający wstępu do gabinetu w czasie pracy aparatu rtg, włączany równocześnie z zasilaniem generatora aparatu rtg.

#### **5. Wymagania dla instalacji wentylacyjnej**

Pracownie rentgenowskie wyposażone w aparaty rtg przeznaczone do wykonywania badań z zakresu rentgenodiagnostyki powinny być wyposażone w wentylację zapewniającą min. 1,5 w/h.

#### **6. Wykaz dokumentów jakie powinny znajdować się w każdej pracowni rtg**

- zezwolenie na uruchomienie i stosowanie aparatów rentgenowskich znajdujących się w pracowni (gabinecie) i uruchomienie pracowni
- projekt pracowni lub gabinetu (rzuty pomieszczeń) wraz z projektem i opisem osłon stałych oraz wentylacji, zatwierdzonym przed uruchomieniem aparatu rentgenowskiego przez właściwego PWIS przy uzgadnianiu dokumentacji projektowej
- dokumentacja techniczna dotycząca budowy, działania i obsługi aparatu rentgenowskiego, w tym także urządzeń sygnalizacyjnych i blokujących
- instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania aparatury dozymetrycznej, jeżeli znajdują się na wyposażeniu pracowni

- protokoły pomiarów dozymetrycznych
- protokoły pokontrolne
- dokumentacja programu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej
- zapisy dot. wewnętrznych testów kontroli parametrów technicznych aparatów rtg i obróbki błon rentgenowskich w ciemni oraz dokumentacja spełniania testów akceptacyjnych urządzeń nowo instalowanych
- ewidencja : osób zatrudnionych w pracowni rentgenowskiej w podziale na odpowiednie kategorie narażenia; dawek otrzymywanych przez pracowników; orzeczeń lekarskich stwierdzających brak przeciwwskazań do pracy pracowników na określonym stanowisku
- program szkolenia i dokumenty potwierdzające jego realizację
- zbiór przepisów prawnych dot. Ochrony radiologicznej i zasad stosowania źródeł promieniowania jonizującego w medycynie
- w podmiocie w którym aparat rtg jest stosowany bez uruchomienia pracowni rtg, dokumenty, o których mowa w ust. 1 i 2 są dostępne u inspektora ochrony radiologicznej

## II. GABINET RENTGENOWSKI

Gabinet rentgenowski zlokalizowany jest na parterze parterowego podpiwniczonego budynku szpitalnego /blok B/, dostępny jest z korytarza, korytarza/poczekalni. Sąsiedztwo gabinetu stanowią: sterownia, korytarz/poczekalnia, kabina pacjentów, pomieszczenie magazynowo-gospodarcze; poniżej gabinetu znajdują się piwnice /pomieszczenia techniczne/

Powierzchnia Gabinetu RTG wynosi – 31,46m<sup>2</sup>

Wysokość gabinetu rentgenowskiego w świetle wynosi – 3,0 m

Wentylacja mechaniczna – zgodna z obowiązującymi przepisami i normami,

### Opis osłon stałych Gabinetu Rentgenowskiego

**Ściany zewnętrzne** (bez okien):

osłona A – konstrukcji murowanej z prefabrykowanych płyt pasmowych o gr. 30cm składających się z dwu warstw betonu, przedzielonych warstwą izolatora, gr. betonu – min. 15cm /eq. 2,0mm Pb/, sąsiedztwo stanowi plac otaczający szpital

osłona B – konstrukcji murowanej z gazobetonu o gr. 60cm /eq. 3,0mm Pb/, sąsiedztwo stanowi plac otaczający szpital

**Ściany działowe:** istniejące dodatkowo zabezpieczone tynkiem barytobetonowym gr. 6-7mm co zwiększa ich ochronność o min. 0,5mm Pb – stan dobry, bez ubytków

osłona C – fragment istniejący z cegły ceramicznej pełnej o gr. 12cm + warstwa barytobetonowa /eq. min. 1,5mm Pb, rys./; fragment projektowany z cegły ceramicznej pełnej gr. 12cm /eq. 1,0mm Pb/, sąsiedztwo stanowi WC, kabina pacjentów

osłona D – konstrukcja murowana z cegły dziurawki gr. 12cm + warstwa barytobetonowa gr. 5-6mm /eq. 1,5mm Pb/, sąsiedztwo stanowi sterownia, korytarz/poczekalnia

**Strop górny** – stropodach

**Strop dolny** /piwnice, pomieszczenia techniczne/ – strop kanałowy „żerański” gr. 24cm, warstwa betonu właściwego 7,5cm + warstwa barytobetonu gr 20mm /eq. 2,5mm Pb/, wykładzina antyelektrostatyczna.

**szyba w oknie wglądowym sterowni – ochronna ;**

**drzwi wewnętrzne gabinetu RTG do sterowni, korytarza/poczekalni, kabiny od strony gabinetu – ochronne**

**drzwi wewnętrzne między gabinetem RTG i WC – pływające (o ile pomieszczenie WC nie będzie używane w trakcie badania rtg)**

**drzwi wewnętrzne między kabiną pacjenta i korytarzem – pływające**

**Otwór po drzwiach byłej kabiny pacjentów od strony gabinetu RTG wypełniony panelami ochronnymi z wkładem antyX lub cegłą ceramiczną pełną**

### III. CHARAKTERYSTYKA ŹRÓDŁA PROMIENIOWANIA

#### GABINET RTG :

Cyfrowy zestaw rentgenowski ogólnodiagnostyczny do fluoroskopii i radiografii model **Precision RXi** firmy **GE Medical Systems** o konfiguracji:

- ścianka do zdjęć i prześwietleń (typu telecommando): zdalnie sterowany stół do fluoroskopii z kasetowym urządzeniem do zdjęć celowanych, pochylenie stołu w zakresie +90°/-17°
- system akwizycji obrazu – wysokiej rozdzielczości wzmacniacz obrazu
- generator HF 100 kHz, moc 40/100 kW, zakres prądów dla radiografii(10-800 mA), zakres prądów dla fuoroskopii 0,5-10 mA, napięcie ekspozycyjne 40 kV–150 kV radiografia, 40-125 fluoroskopia, zakres czasu ekspozycji: 0,001 – 3,2 s,
- dwuogniskowy zespół lampy rtg o wysokiej pojemności cieplnej, wymiary ogniska: 0,6 / 1,2 mm; filtracja całkowita  $\geq 2,5$  mm Al. ;
- cyfrowy tor wizyjny;
- konsola zdalnego sterowania;
- urządzenie głośnikowo-mikrofonowe typu intercom;

Projekt zakłada wykonywanie ekspozycji w projekcjach prostopadłych do ścianki (radiografia, fluoroskopia) – ścianka w pozycji poziomej (ustawiona wzdłuż ściany zewnętrznej B – rys) i pionowej (plecami do ściany zewnętrznej A – rys).

Po wykonaniu badania stosowany będzie proces cyfrowej rejestracji, obróbki, przetwarzania i archiwizacji (płyta DVD lub twardy dysk) obrazu. Obraz rejestrowany będzie dzięki detektorom cyfrowym.

Ocena i opis zdjęć rentgenowskich odbywane będą w pokoju opisów.

Planowane aplikacje kliniczne – badania kontrastowe, zdjęcia kostne różne, klatki piersiowe;

Badania przeprowadzane będą przez zespół składający się z lekarzy radiologów, techników rtg.

Przewidywany czas pracy – system 1-2-zmianowy + dyżur /w razie potrzeby/

## IV. OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH

### Założenia i metodyka

- Parametry pracy lamp rtg :

- ekspozycje zdjęciowe : 120 kV, 80 mAs
- badanie skopi: 120 kV, 2 mA, 4 min
- zdjęcia celowane: 120 kV, 12 mAs

- Tygodniowe obciążenie prądowo-czasowe źródła promieniowania jonizującego I x t<sub>0</sub> i Program Badań

Ilość badań oszacowano na podstawie przewidywanych obciążeń pracowni. Ilość ekspozycji przypadających na jedną zmianę uwzględnia nierównomierny rozkład badań w ciągu dnia.

Gabinet	Rodzaj badania	Ilość badań w ciągu tygodnia	
		dla 2 zmian	dla 1 zmiany
Gabinet RTG	Zdjęcia kostne i płucne	450	230
	Badania skopi	30	15
	Zdjęcia celowane	120	60

Badanie/ gabinet	Tygodniowe obciążenie prądowo-czasowe I x t <sub>0</sub>			Tygodniowe obciążenie prądowo-czasowe I x t <sub>0</sub> na zmianę		
	mAs	mAmin	mAh	mAs	mAmin	mAh
Zdjęcia/gab	36000	600	10	18400	307	5,1
Skopia/gab		240	4		120	2
Zdj. cel./gab 2	1440	24	0,4	720	12	0,2

- czas narażenia t na promieniowanie w ciągu tygodnia

$$t = T \times U \times t_0 \quad (1)$$

gdzie:

T – współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu, przyjęto:



1 – dla miejsc stałego przebywania ludzi (miejsca ciągłej pracy, pomieszczenia mieszkalne, miejsca przeznaczone dla zabaw dzieci)  
 0,25 – dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi (np. korytarze, WC)  
 0,05 – dla miejsc krótkiego czasu przebywania (np. ulice, place, klatki schodowe)

U – współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczonej osłony, przyjęto:  $U = 1$

- odległość  $l$

W przypadku promieniowania rozproszonego  $l$  (m) oznacza najmniejszą odległość przedmiotu rozpraszającego od miejsca osłanianego.

W przypadku promieniowania pierwotnego  $l$  (m) oznacza najmniejszą odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, (m)

Ponieważ wiązka promieniowania pierwotnego nie wychodzi poza wzmacniacz (zintegrowany układ ramienia C lampa rtg-wzmacniacz) można zrezygnować z obliczeń promieniowania pierwotnego /gabinet RTG 2/

- dawka  $D$

W celu dostosowania sposobu oceny zagrożenia pracowników w jednostkach organizacyjnych do jego spodziewanego poziomu, w zależności od wielkości zagrożenia wprowadzono dwie pracowników:

Kategoria A – obejmuje pracowników, którzy mogą być narażeni na dawkę skuteczną przekraczającą 6 mSv w ciągu roku;

Kategoria B – obejmuje pracowników, którzy mogą być narażeni na dawkę skuteczną przekraczającą 1 mSv w ciągu roku;

Do obliczeń przyjęto następujące ograniczniki dawek:

dla osób narażonych zawodowo w wysokości : 3 mSv / rok tj. 0,0577 mSv / tyg,

odpowiada to dawce pochłoniętej  $\approx 0,005$  cGy tygodniowo = 50  $\mu$ Gy

dla osób z ogółu ludności, przebywających w sąsiedztwie gabinetu w wysokości 0,5 mSv / rok tj. 0,0096 mSv /tyg, odpowiada to dawce pochłoniętej  $\approx 0,00084$  cGy tygodniowo = 8,4  $\mu$ Gy

### Wzory obliczeniowe:

▪ Zredukowaną moc dawki  $C_1$  dla promieniowania rozproszonego przez tkankę (ze względu na zawyżone parametry lampy rtg przyjęte do obliczeń zaniedbano rozproszenie przez cegłę oraz promieniowanie uboczne) obliczono wg wzoru:

$$C_1 = \frac{D \times l^2}{t \times I} \quad (1)$$

gdzie:

$D$  – dawka tygodniowa określona zgodnie z 2.2 cGy lub  $\mu\text{Gy}$

$l$  – najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, m.

$t$  – czas narażenia w ciągu tygodnia na promieniowanie rozproszone, wyznaczony zgodnie z 2.3, h,

$I$  – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg, mA,

Grubość wymaganej warstwy ołowiu dla otrzymanej w obliczeniach zredukowanej mocy dawki promieniowania X odczytano z rys. 3 PN-86/J-80001.

▪ Obliczenia osłonności dla promieniowania pierwotnego wykonano stosując wzór na krotność osłabienia promieniowania  $k$ :

$$k = \frac{D^* \times I \times t}{D \times l^2} \times y \quad (2)$$

gdzie:

$D^*$  – moc dawki wg 2.5.1.1 w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA, filtracji 2,0 mm Al, przy napięciu  $U = 120\text{kV}$  przyjęto:

$$D^* = 0,95 \text{ cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{m}^2$$

współczynnik  $y = 0,17$

## B. OBLICZENIA

Oznakowanie osłon (ścian i stropów) jest zgodne z załączonym rysunkiem.

### GABINET RTG

#### a) Osłona A (ściana zewnętrzna) – (plac)

O wymaganej osłonności zdecyduje narażenie na promieniowanie rozproszone od wszystkich rodzajów badań i wiązka promieniowania pierwotnego dla ścianki w pozycji pionowej

#### Promieniowanie rozproszone przez tkanę

$$T = 0,05, \quad U = 1, \quad l = 3,25 \text{ m}$$

$$I \times t_0 = 7,3 \text{ mAh}$$

$$I \times t = I \times t_0 \times T \times U = 0,4 \text{ mAh}$$

$$D = 8,4 \text{ } \mu\text{Gy}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (3,25)^2}{0,4} = 222 \text{ } \mu\text{Gy} \times \text{h}^{-1} \times \text{m}^2 \times \text{mA}^{-1}$$

dla napięć rzędu 120 kV grubość wymaganej osłony wynosi **0,3 mm Pb**

#### Promieniowanie pierwotne

$$T = 0,05, \quad U = 1, \quad l = 3,25 \text{ m}$$

$$I \times t_0 = 439 \text{ mAmin}$$

$$I \times t = I \times t_0 \times T \times U = 22 \text{ mAmin}$$

$$D = 0,00084 \text{ cGy}$$

$$D = 0,95 \text{ cGy}$$

$$y = 0,17$$

$$k = \frac{0,95 \times 22}{0,00084 \times 3,25^2} \times 0,17 = 400$$

dla napięć 120 kV i krotności osłabienia  $k = 400$  zapewni osłona **1,3 mm Pb**

**Osłona A** (ściana zewnętrzna gr. 30cm, eq. 2,0 mm Pb) **ma wystarczającą ochronność**

b) Osłona B (ściana zewnętrzna) – (plac)

O wymaganej osłonności zdecyduje narażenie na promieniowanie rozproszone od wszystkich rodzajów badań

**Promieniowanie rozproszone przez tkankę**

$$T = 0,05, U = 1, l = 2,0 \text{ m}$$

$$I \times t_0 = 7,3 \text{ mAh}$$

$$I \times t = I \times t_0 \times T \times U = 0,4 \text{ mAh}$$

$$D = 8,4 \mu\text{Gy}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (2,0)^2}{0,4} = 84 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

dla napięć rzędu 120 kV grubość wymaganej osłony wynosi **0,5 mm Pb**

**Osłona B** (ściana zewnętrzna gr. 60cm, eq. 3,0mm Pb) **ma wystarczającą ochronność**

c) Osłona C (ściana działowa), drzwi – (WC, kabina pacjenta)

O wymaganej osłonności zdecyduje narażenie na promieniowanie rozproszone podczas wszystkich rodzajów badań

**Promieniowanie rozproszone przez tkankę**

$$T = 0,25, U = 1, l = 3,71 \text{ m}$$

$$I \times t_0 = 7,3 \text{ mAh}$$

$$I \times t = I \times t_0 \times T \times U = 1,8 \text{ mAh}$$

$$D = 8,4 \mu\text{Gy}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (3,71)^2}{1,8} = 64 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

dla napięć rzędu 120 kV grubość wymaganej osłony wynosi **0,5 mm Pb**

**Osłona C** (ściana działowa gr. 12cm, eq. 1,5 mm Pb i 1,0 mm Pb) między gabinetem RTG, WC i kabiną pacjenta **ma wystarczającą ochronność**

**Drzwi wewnętrzne** między gabinetem RTG, WC i kabiną pacjenta powinny być równoważne 0,5 mm Pb; (drzwi WC nie wymagają zabezpieczenia materiałem ochronnym o ile pomieszczenie WC nie będzie używane w czasie badania)

d) Osłona D (ściana działowa), drzwi, okno wglądowe – (sterownia, pomieszczenie gospodarczo-magazynowe, korytarz/poczekalnia)

O wymaganej osłonności zdecyduje narażenie na promieniowanie rozproszone od wszystkich rodzajów badań

**Promieniowanie rozproszone przez tkankę – sterownia**

$$\begin{aligned} T &= 1, \quad U = 1, \quad l = 2,5 \text{ m} \\ I \times t_0 &= 7,3 \text{ mAh} \\ I \times t &= I \times t_0 \times T \times U = 7,3 \text{ mAh} \\ D &= 50 \text{ } \mu\text{Gy} \end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{50 \times (2,5)^2}{7,3} = 43 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

dla napięć rzędu 120 kV grubość wymaganej osłony wynosi **0,6 mm Pb**

**Promieniowanie rozproszone przez tkankę – pom. magazynowo-gospodarcze**

$$\begin{aligned} T &= 0,25, \quad U = 1, \quad l = 3,25 \text{ m} \\ I \times t_0 &= 7,3 \text{ mAh} \\ I \times t &= I \times t_0 \times T \times U = 1,8 \text{ mAh} \\ D &= 8,4 \text{ } \mu\text{Gy} \end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (3,25)^2}{1,8} = 49 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

dla napięć rzędu 120 kV grubość wymaganej osłony wynosi **0,6 mm Pb**

**Promieniowanie rozproszone przez tkankę – korytarz/poczekalnia**

$$\begin{aligned} T &= 0,25, \quad U = 1, \quad l = 3,0 \text{ m} \\ I \times t_0 &= 7,3 \text{ mAh} \\ I \times t &= I \times t_0 \times T \times U = 1,8 \text{ mAh} \\ D &= 8,4 \text{ } \mu\text{Gy} \end{aligned}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (3,0)^2}{1,8} = 42 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

dla napięć rzędu 120 kV grubość wymaganej osłony wynosi **0,6 mm Pb**

**Osłona D** (ściana działowa gr. 12cm, eq. 1,5 mm Pb) między gabinetem RTG, sterownią, pomieszczeniem magazynowym i korytarzem/poczekalnią **ma wystarczającą ochronność**

**Drzwi wewnętrzne** między gabinetem RTG i sterownią powinny być równoważne 0,6 mm Pb

**Szyba w oknie wglądowym** sterowni powinna być równoważna 0,6 mm Pb

**Drzwi wewnętrzne** między gabinetem RTG i korytarzem/poczekalnią powinny być równoważne 0,6 mm Pb

e) Strop podłogowy (pomieszczenia techniczne)

O wymaganej ochronności zdecyduje narażenie na promieniowanie rozproszone od wszystkich rodzajów badań i wiązkę promieniowania pierwotnego

#### **Promieniowanie rozproszone**

$$T = 0,25, U = 1, l = 1,0 \text{ m}$$

$$I \times t_0 = 7,3 \text{ mAh}$$

$$I \times t = I \times t_0 \times T \times U = 1,8 \text{ mAh}$$

$$D = 8,4 \mu\text{Gy}$$

$$C_1 = \frac{8,4 \times (1,0)^2}{1,8} = 5 \mu\text{Gy} \times h^{-1} \times m^2 \times mA^{-1}$$

dla napięć rzędu 120 kV grubość wymaganej osłony wynosi **1,5 mm Pb**

#### **Promieniowanie pierwotne**

$$T = 0,25, U = 1, l = 2,0 \text{ m}$$

$$I \times t_0 = 439 \text{ mAmin}$$

$$I \times t = 109,8 \text{ mAmin}$$

$$D = 0,00084 \text{ cGy}$$

$$D = 0,95 \text{ cGy}$$

$$y = 0,17$$

$$k = \frac{0,95 \times 109,8}{0,00084 \times 2,0^2} \times 0,17 = 5278$$

dla napięć 120 kV i krotności osłabienia  $k = 5278$  zapewni osłona **2,2 mm Pb**

**Strop podłogowy** równoważny 2,5 mm Pb **ma wystarczającą ochronność**

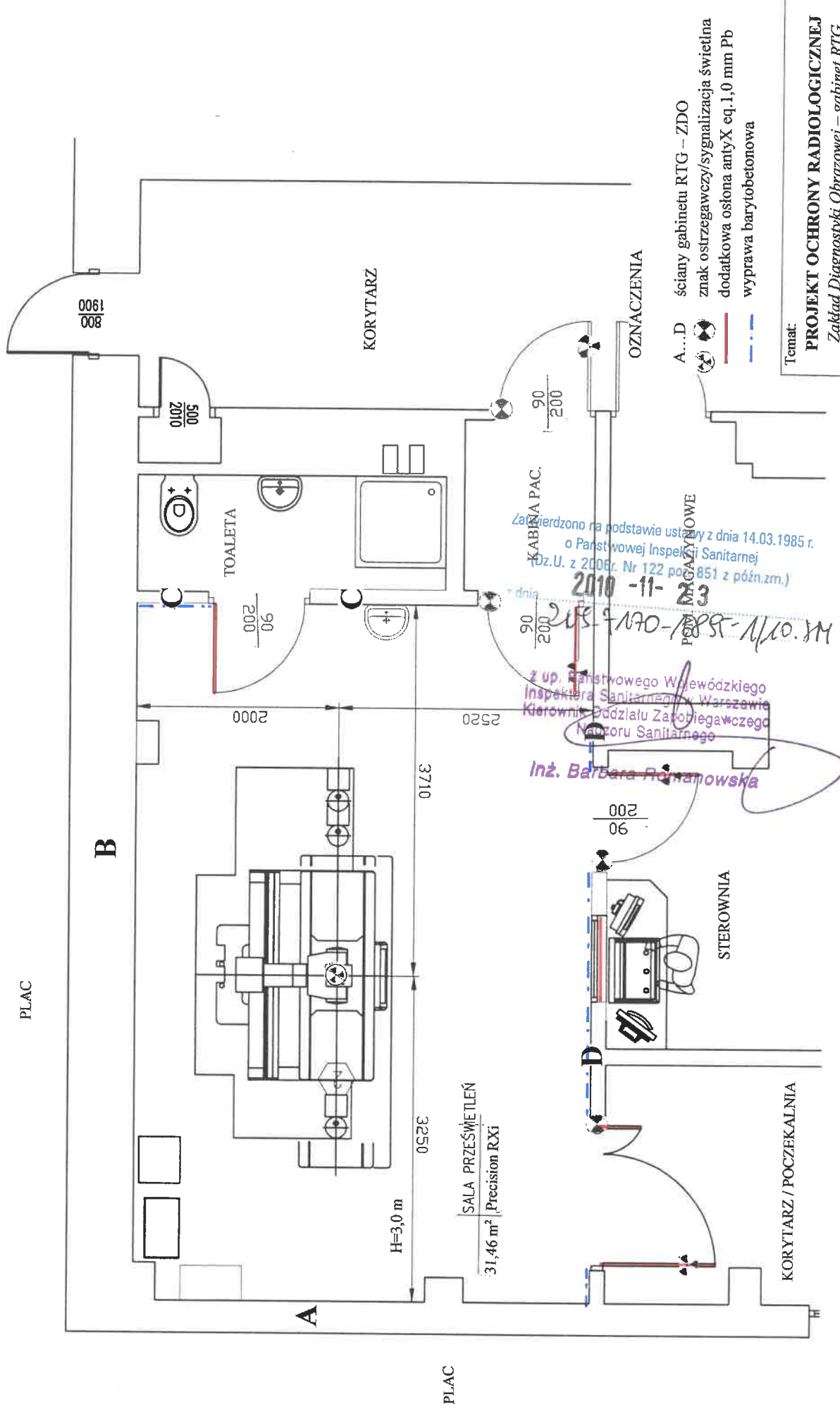
### C. Zestawienie wyników obliczeń – Gabinet RTG – Precision RXi GE Medical Systems

Lokalizacja punktu narażenia – miejsce narażenia	osłona	Równoważnik osłony (mm Pb)			zalecany dodatkowy
		obliczony	istniejący - sumaryczny	istniejący dodatkowy	
Plac	A /ściana zewnętrzna/	0,3/1,3 <sup>a</sup>	2,0	0	nie jest wymagana
Plac	B /ściana zewnętrzna/	0,5	3,0	0	nie jest wymagana
WC	C /ściana działowa/ Drzwi	0,5	1,5	0,5 <sup>b</sup>	nie jest wymagana 1,0 <sup>c</sup>
Kabina pacjenta	C /ściana działowa/ Drzwi	0,5	1,5	0,5 <sup>b</sup>	nie jest wymagana 1,0
Pom. Gospodarczo- magazynowe	D /ściana działowa/	0,6	1,5	0,5 <sup>b</sup>	nie jest wymagana
Sterownia	D / ściana działowa/ Okno wglądowe Drzwi	0,6	1,5	0,5 <sup>b</sup>	nie jest wymagana 1,0 1,0
Korytarz/poczekalnia	D /ściana działowa/ Drzwi	0,6	1,5	0,5 <sup>b</sup>	nie jest wymagana 1,0
Stropodach	Strop górnym	Nie wykonano obliczeń			
Pom. Szpitalne /piwnica – pom. techniczne/	Strop dolny	1,5/2,2 <sup>a</sup>	2,5	0	nie jest wymagana

a - wartości dla osłony narażonej na promieniowanie pierwotne

b – wyprawa barytowa gr. 5-7 mm /eq. 0,5 mm Pb/

c – osłona drzwi jest wymagana w przypadku gdy pomieszczenie WC będzie używane w trakcie badania rtg



- A...D ściany gabinetu RTG -- ZDO  
 znak ostrzegawczy/sygnalizacja świetlna  
 dodatkowa osłona anityX eq.1,0 mm Pb  
 wyprawa barytobetonowa

Temat:	
<b>PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ</b> Zakład Diagnostyki Obrazowej – gabinet RTG	
Obiekt	Szpital Powiatowy w Sochaczewie ZOZ 96-500 Sochaczew, ul. Bat. Chłopskich 3/7
Oprac.	rys 1 Skala 1:50 Październik 2010

Zatwierdzono na podstawie ustawy z dnia 14.03.1985 r.  
 o Państwowej Inspekcji Sanitarnej  
 Dz.U. z 2006r. Nr 122 poz. 851 z późn.zm.)  
 dnia 2010-11-23  
 2010-11-23  
 2010-11-23

z up. Państwowego Wojewódzkiego  
 Inspektora Sanitarnego w Warszawie  
 Kierownik Działu Zapobiegawczego  
 Nadzoru Sanitarnego  
 Inż. Barbara Romanowska

*Olavi*