

# **OCHRONA RADIOLOGICZNA DZIAŁALNOŚCI**

**Pracowni Symulatora komputerowego  
z aparatem**

**SOMATOM Definition AS 64 produkcji SIEMENS**

Białystok, grudzień 2015

## **1 INFORMACJE WSTĘPNE**

### **1.1 CEL PRACY**

Celem pracy jest wykazanie, że zamiana symulatora Precise SIM na nowoczesny tomograf komputerowy spełniający funkcję symulatora w linii terapeutycznej Zakładu Radioterapii Białostockiego Centrum Onkologii typu SOMATOM Definition SA 64 produkcji firmy SIEMENS nie narusza stanu ochrony radiologicznej Centrum. W Białostockim Centrum Onkologii od lat wielu wykonywana jest działalność w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące w sposób zapewniający spełnianie wymagań prawnych związanych z bezpieczną pracą przedstawionych poniżej.

### **1.2 MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE**

Dokumentację Ochrony Radiologicznej opracowano uwzględniając:

- **Ustawę z dnia 29 listopada 2000 r. - Prawo atomowe** ( tekst jednolity Dz. U. z 2014 r. poz. 1512).
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r.** w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. z 2006 r. Nr 140, poz. 994)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 sierpnia 2002 r.** w sprawie przypadków, w których działalność związana z narażeniem na promieniowanie jonizujące nie podlega obowiązkowi uzyskania zezwolenia albo zgłoszenia, oraz przypadków, w których może być wykonywana na podstawie zgłoszenia (Dz. U. z 2002 r. Nr 137, poz. 1153, zmiany z 27 kwietnia 2004 r Dz. U. Nr 98 poz. 980)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2002 r.** w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosków o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności (Dz. U. z 2002 r. Nr 220, poz. 1851, zmiany z 27 kwietnia 2004 r Dz. U. Nr 98 poz. 981)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r.** w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. z 2005 r. Nr 20, poz. 168)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 sierpnia 2002 r.** w sprawie podstawowych wymagań dotyczących terenów kontrolowanych i nadzorowanych (Dz. U. z 2002 r. Nr 138, poz. 1161)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 23 grudnia 2002 r.** w sprawie wymagań dotyczących sprzętu dozymetrycznego (Dz. U. z 2002 r. Nr 239, poz. 2032)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 20 lutego 2007 r.** w sprawie w sprawie planów postępowania awaryjnego w przypadku zdarzeń radiacyjnych (Dz. U. z 2007r. Nr 131 poz. 912).
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 kwietnia 2004 r.** w sprawie ochrony przed promieniowaniem jonizującym pracowników zewnętrznych narażonych podczas pracy na terenie kontrolowanym (Dz. U. z 2004 r. Nr 102, poz. 1064)

- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 sierpnia 2012 r.** w sprawie stanowisk mających istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej oraz inspektorów ochrony radiologicznej Dz.U. 2012 nr 0 poz. 1022 - pełny tekst
- **Normę PN-86/J-80001** Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma; Obliczanie osłon stałych.

## **2 OCHRONA RADIOLOGICZNA PRACOWNI SYMULATORA**

### **2.1 PRAWNE, TECHNICZNE I ORGANIZACYJNE WYMOGI OCHRONY RADIOLOGICZNEJ PRACOWNI SYMULATORA Z TOMOGRAFEM KOMPUTEROWYM**

#### **2.1.1 Wstęp**

Przedmiotem opracowania jest określenie warunków i wymaganej prawem dokumentacji dotyczącej bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi.

Opracowanie zawiera analizę zagrożenia i określenie wymaganych osłon przed promieniowaniem jonizującym tomografu SOMATOM Definition AS 64 w pomieszczeniu Pracowni Symulatora.

#### **2.1.2 Wymagania prawne dotyczące pracowni rentgenowskiej**

Pracownie rentgenowskie należy wyposażyć w takie urządzenia ochronne i zabezpieczające oraz mieć tak zorganizowaną pracę, aby dawki promieniowania jonizującego otrzymywane przez osoby zatrudnione w pracowniach rentgenowskich i w pomieszczeniach przyległych do tych pracowni, a także przez osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie, nie przekraczały limitów użytkowych, jeżeli zostały one określone w zezwoleniu na stosowanie aparatu rentgenowskiego lub dawek granicznych określonych w przepisach dotyczących dawek granicznych promieniowania jonizującego i były tak małe, jak tylko jest to racjonalnie osiągalne przy uwzględnieniu czynników ekonomicznych, organizacyjnych i społecznych.

Przy planowaniu i wykonywaniu działalności z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego, podczas których wymagana jest obecność operatora aparatu lub personelu medycznego w pobliżu lampy rentgenowskiej, w celu zapewnienia ochrony radiologicznej na stanowisku pracy należy uwzględniać informacje o rozkładach mocy dawki wokół zestawu rentgenowskiego podane przez producenta oraz wyniki pomiarów dozymetrycznych wykonanych wokół danego urządzenia.

Grubości ścian i stropów pracowni rentgenowskich oraz rodzaje zastosowanych materiałów osłonnych projektuje się zgodnie z właściwą normą.

Wysokość gabinetu rentgenowskiego nie może być mniejsza niż 2,5 m.

Powierzchnia gabinetu rentgenowskiego, w którym zainstalowany jest diagnostyczny zestaw rentgenowski składający się z jednego stanowiska nie może być mniejsza niż 15 m<sup>2</sup>. Na każde następne stanowisko należy przeznaczyć dodatkowo co najmniej 5 m<sup>2</sup>.

Do powierzchni gabinetów rentgenowskich nie wlicza się powierzchni sterowni, jeżeli jest ona w wydzielonym pomieszczeniu.

W pracowniach rentgenowskich zapewnia się, odpowiednio do warunków określonych w zezwoleniu na stosowanie aparatu rentgenowskiego, łączność głosową i wizualną pomiędzy personelem medycznym przebywającym w sterowni a pacjentem przebywającym w gabinecie rentgenowskim.

Gabinety rentgenowskie są wyposażone w wentylację zapewniającą co najmniej 1,5-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny..

W diagnostycznych zestawach rentgenowskich lampy rentgenowskie mogą być używane jedynie w kołpakach, głowicach lub w innych urządzeniach tak zabezpieczających przed promieniowaniem ubocznym, aby w odległości 1 m od ogniska, przy całkowicie zasłoniętym wylocie wiązki promieniowania oraz przy maksymalnym napięciu i maksymalnym obciążeniu lampy w czasie 1 godziny, moc dawki promieniowania nie przekraczała 1,0 mGy/h dla wszystkich rodzajów diagnostycznych aparatów rentgenowskich.

Podczas dokonywania diagnostycznych badań rentgenowskich przestrzega się następujących zasad postępowania:

- stosuje się parametry ekspozycji decydujące o jakości i natężeniu promieniowania jonizującego właściwe dla fizycznej budowy pacjenta oraz rodzaju wykonywanego badania;
- ogranicza się liczbę projekcji, czas ekspozycji oraz rozmiary wiązki promieniowania padającej na ciało pacjenta do wartości niezbędnych dla uzyskania żądanej informacji diagnostycznej;
- stosuje się osłony osobiste chroniące przed promieniowaniem części ciała i narządy pacjenta niebędące przedmiotem badania, a w szczególności znajdujące się w obrębie wiązki pierwotnej promieniowania, jeżeli nie umniejsza to diagnostycznych wartości wyniku badania;
- stosuje się materiały, filtrację wiązki, fizyczne parametry pracy aparatu i urządzenia zmniejszające do minimum narażenie na promieniowanie jonizujące i zapewniające uzyskanie obrazu o wartości diagnostycznej;
- rejestruje się fizyczne parametry ekspozycji w sposób umożliwiający odtworzenie warunków badania.
- Interpretacja (opis) obrazów rejestrowanych w postaci cyfrowej może odbywać się za pomocą systemów komputerowych wyposażonych w karty graficzne i monitory odpowiadające wymaganiom określonym w rozporządzeniu Ministra Zdrowia.

Kliniczny audyt wewnętrzny w zakresie rentgenodiagnostyki jest przeprowadzany co najmniej raz na rok na polecenie kierownika jednostki ochrony zdrowia. Do przeprowadzenia klinicznego audytu wewnętrznego kierownik jednostki ochrony zdrowia powołuje zespół audytorski składający się z lekarza radiologa i technika elektroradiologii lub fizyka medycznego albo inżyniera medycznego.

Zakres przedmiotowy klinicznego audytu wewnętrznego obejmuje sprawdzenie co najmniej:

- 1) zgodności procedur roboczych z wzorcowymi;
- 2) prowadzenia analizy zdjęć odrzuconych;

- 3) sposobu postępowania z podstawową dokumentacją medyczną (skierowanie, opis wyniku);
- 4) częstości wykonywanych testów.

Wykonywanie badań rentgenodiagnostycznych u osób poniżej 16. roku życia wymaga ponadto:

- 1) unieruchamiania niemowląt lub małych dzieci przy użyciu bobiksu lub innego urządzenia spełniającego tę funkcję;
- 2) stosowania osłon na narządy promienioczułe, gdy w trakcie badania mogą znaleźć się w obrębie lub pobliżu pierwotnej wiązki promieniowania, jeżeli nie uniemożliwi to poprawnego wykonania badania.

Wykonanie badania rentgenowskiego u osób poniżej 16. roku życia należy odnotować w książce zdrowia dziecka.

Wykonywanie badań rentgenodiagnostycznych u kobiet w ciąży jest ograniczone do niezbędnych przypadków, jeżeli nie mogą być one wykonane po rozwiązaniu. Badania należy wykonywać w sposób zapewniający maksymalną ochronę płodu przed ekspozycją na promieniowanie, poprzez wybór właściwej techniki badania oraz stosowanie właściwych osłon osobistych na okolicę brzucha i miednicy.

Podczas wykonywania badania rentgenodiagnostycznego w pomieszczeniu, w którym znajduje się aparat rentgenowski, mogą przebywać wyłącznie pacjent oraz osoby, które wykonują czynności bezpośrednio związane z badaniem.

W Białostockim Centrum Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie w Białymstoku wszystkie powyższe warunki są spełniane.

### **2.1.3 Organizacja pracy w warunkach narażenia**

Praca z aparatem wytwarzającym promieniowanie jonizujące wykonywana będzie zgodnie z wymogami zawartymi w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej Dz. U. 2011 nr 51 poz. 265)

Badania diagnostyczne wykonywane będą jedynie przez lekarza rentgenologa lub uprawnionych techników elektroradiologii.

Wszystkie osoby zawodowo narażone na promieniowanie jonizujące muszą posiadać aktualne badania lekarskie dopuszczające do pracy w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące.

Drzwi do Pracowni Symulatora z tomografem będą wyposażone w ostrzegawczą sygnalizację świetlną, umieszczoną nad drzwiami wejściowymi do pracowni, informującą o włączeniu wysokiego napięcia na lampę rentgenowska oraz będą wyposażone w urządzenia powodujące przerwę (blokade) w obwodzie włączającym wysokie napięcie przy drzwiach niezamkniętych. Otwieranie drzwi powinno być możliwe od wewnątrz i od zewnątrz.

W Białostockim Centrum Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie w Białymstoku wszystkie powyższe warunki są spełniane.

## 2.2 OBLICZENIA OSŁON - PODSTAWY TEORETYCZNE

W Polsce obowiązuje Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego.

Określa ono dawki graniczne dla osób:

- a. zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące na poziomie 20 mSv/rok (0,4 mSv/tydzień)
- b. dla osób z ogółu ludności 1 mSv/rok (0,02 mSv/tydzień)

Przy opracowaniu projektu w związku z równoczesnym narażeniem od badanego pacjenta przyjęto roczny limit użytkowy dla personelu Pracowni SPECT/CT związany z narażeniem na promieniowanie jonizujące na poziomie 3 mSv na rok, co odpowiada dawce 0,06 mSv na tydzień.

Dla pozostałych osób przebywających w otoczeniu Pracowni przyjęto limit użytkowy 0,3 mSv/ rok, co odpowiada 0,006 mSv/ tydzień

Według Normy PN-86/J-80001 wymaganą krotkość osłabienia przez osłonę  $k$  dla promieniowania pierwotnego należy obliczać z zależności:

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

gdzie:

$\check{D}$  - moc dawki wg pkt. 2.5.1.1 PN-86/J-80001 [7] w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA w [cGy min<sup>-1</sup> mA<sup>-1</sup> m<sup>2</sup>]

$I$  - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej w [mA]

$t$  - tygodniowy czas przebywania osób narażonych za osłoną wyznaczony zgodnie z pkt. 2.3 [5] w minutach [min]

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

gdzie:

$t_0$  - maksymalny czas pracy źródła,

$T$  - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu,

$U$  - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania wiązki promieniowania w kierunku osłony, ( dla promieniowania rozproszonego  $U = 1$ )

$D$  - przyjęta graniczna dawka tygodniowa ( limit użytkowy) w cGy

$l$  - najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy w [m]

W przypadku Pracowni Tomografu komputerowego , gdzie głównym źródłem zagrożenia jest promieniowanie uboczne i rozproszone od pacjenta, zredukowana moc dawki od rozproszeń przez tkankę winna być obliczana zgodnie z zależnością:

$$C_2 = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I}$$

gdzie:

**D** – przyjęta graniczna dawka tygodniowa ( limit użytkowy) w cGy

**I** - najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy w [m]

**t** - Tygodniowy czas przebywania osób narażonych za osłoną wyznaczony zgodnie z pkt. 2.3 [5] w minutach [min]

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

gdzie:

**t<sub>0</sub>** - maksymalny czas pracy źródła

**T** - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu,( zgodny z PN)

**U** - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania wiązki promieniowania w kierunku osłony, ( dla promieniowania rozproszonego U = 1)

**I** - nominalne maksymalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej w [mA]

Dla obliczonej zredukowanej mocy dawki grubość osłony oblicza się z odpowiedniego wykresu zawartego w normie.

**Zredukowana moc dawki** od rozproszeń innych (cegła, beton) winna być obliczana zgodnie z zależnością:

$$C_2 = \frac{D \cdot I^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s}$$

gdzie:

**D** - przyjęta graniczna dawka tygodniowa ( limit użytkowy) w cGy

**I** - najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy w [m]

**f** - odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od ogniska lampy rentgenowskiej [m]

**t** - Tygodniowy czas przebywania osób narażonych za osłoną wyznaczony zgodnie z pkt. 2.3 [5] w minutach [min]

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

gdzie:

**t<sub>0</sub>** - maksymalny czas pracy źródła

**T** - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu,

**U** - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania wiązki promieniowania w kierunku osłony, ( dla promieniowania rozproszonego U = 1)

**I** - nominalne maksymalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej w [mA]

**s** - rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego, na którą pada promieniowanie, na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiązki pierwotnej promieniowania w odległości  $f$  w [m<sup>2</sup>]

Dla obliczonej zredukowanej mocy dawki grubość osłony oblicza się z odpowiedniego wykresu zawartego w normie

### 2.3 ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ OSŁON PRACOWNI SYMULATORA CT

W Ośrodku Radioterapii będzie uruchomiona pracownia symulatora z tomografem z opcją wirtualnej symulacji SOMATOM Definition AS 64 .

Wysokość kondygnacji, na której zlokalizowano Pracownię Symulatora wynosi 278 cm.

Układ przestrzenny pracowni jest zgodny z wymogami ochrony przeciwpożarowej. Wszystkie elementy wystroju wewnętrznego wykonano z materiałów nie rozprzestrzeniających ognia.

Obiekt zaliczono do kategorii zagrożenia ludzi ZL II w myśl rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych z 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. nr 109, poz. 719).

Pracownia tomografu z wirtualną symulacją SOMATOM Definition AS 64 posiada powierzchnię 34,6 m<sup>2</sup> (bez wydzielonej sterowni) co spełnia aktualne wymogi prawne.

Wyposażenie pomieszczeń, w którym zainstalowane będą tomografy komputerowe, będzie zgodne z zapisem § 13 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r.

Aparat SOMTOM Definition AS 64 składa się on z następujących elementów:

1. Gantry
2. stół pacjenta
3. Szafa zasilacza PDC
4. Komputer IRS
5. Elementy konsoli akwizycyjnej Dodatkowy monitor
6. Komputer ICS
7. Stacja opisowa syngo.via
8. UPS dla stacji opisowej syngo.via
9. Biurko
10. Kontener komputera ICS
11. Sufitowy Laser Systemu LAP Dorado CT-1-3
12. Stojący Laser Systemu LAP Dorado CT-1-3 Wall

Dane techniczne aparatu:

Napięcie pracy lampy - 70, 80, 100, 120, 140kV,

Natężenie prądu anodowego lampy - 20mA- 800 mA,

Czas pracy lampy na 1 skan : 0,30s, 0,33s, 0,5s, 1,0 s.

Filtracja całkowita 6,8mmAl.



Pomieszczenie pracowni jest wyposażone w wentylację zapewniającą, co najmniej 1,5-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny. Pomieszczenie pracowni objęte jest systemem klimatyzacji.

Do oceny wymaganej krotności osłabienia dla każdej z osłon przyjęto wynik uzyskany z analizy punktu kontrolnego zlokalizowanego w rejonie maksymalnego narażenia na promieniowanie rentgenowskie.

Do obliczeń wymaganej krotności osłabienia osłon przed promieniowaniem tomografu pracującego w trybie symulatora przyjęto, że ekspozycja promieniowania będzie dokonywana dla tomografu z symulacją wirtualną przy maksymalnych wzorcowych wielkościach napięcia i natężenia prądu.

Obliczoną osłonność z ołowiu przeliczono, w miarę potrzeb, na równoważną osłonę cegły o gęstości  $1,6 \text{ g/cm}^3$ .

Uwzględniając ilości i rodzaje poszczególnych procedur tomograficznych w tym badania wykonane z użyciem kontrastu i bez, oraz parametry akwizycji tj, kV, mA, czas skanu, konfigurację detektorów, wartości pitchu uwzględniając również zasadę optymalizacji do obliczeń przyjęto nasypujące parametry:

- napięcie pracy lampy - 120 kV,
- natężenie prądu anodowego lampy - 200 mA,
- ilość badań w ciągu tygodnia : 100
- uśredniona liczba skanów na jedno badania 20
- maksymalny czas pracy lampy na 1 skan to 1 s
- uśredniony czas pracy lampy na 1 badanie : 20s

W związku z tym tygodniowy czas pracy lampy wyniesie:  $t_0 = 100 \times 20 \text{ s} = 2000 \text{ s} = 33,3 \text{ min} = 0,56 \text{ h}$  co czyni obciążenie  $I \times t = 6666 \text{ mAmin/tydzień} (111 \text{ mAh})$

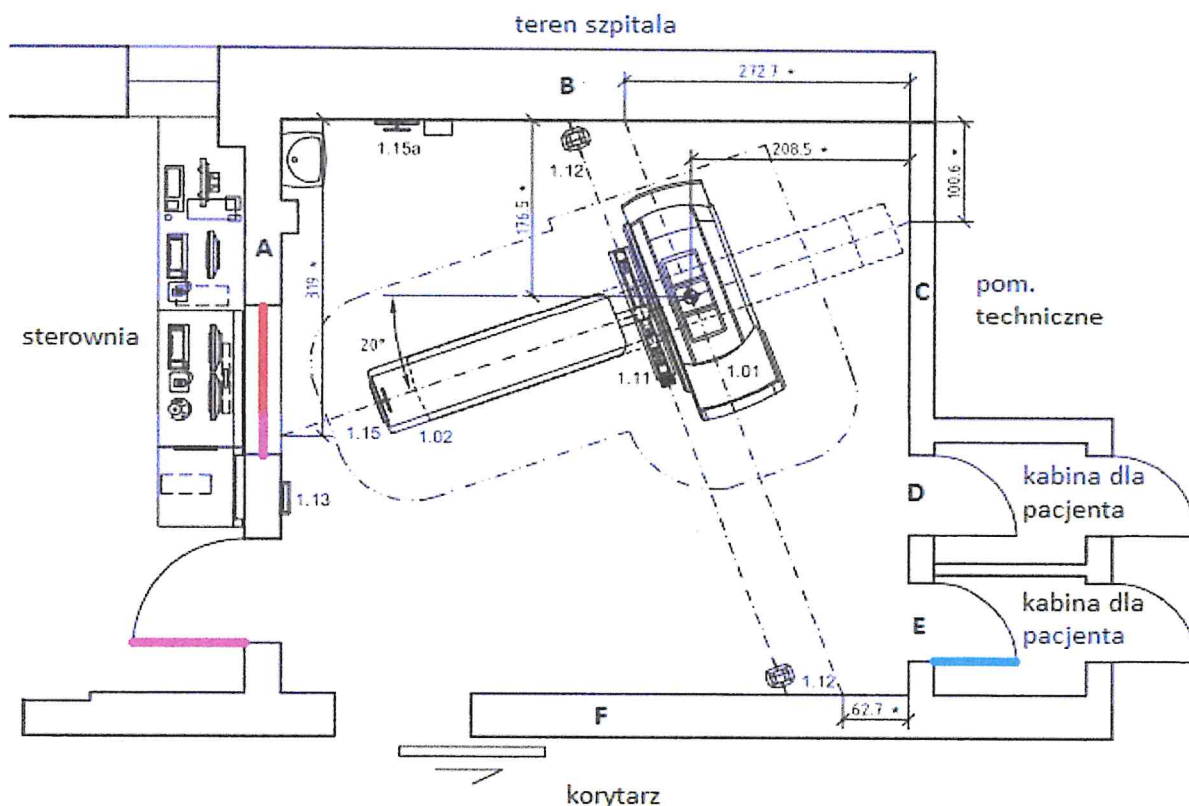
## 2.4 LOKALIZACJA PRACOWNI SYMULATORA

Pracownia symulatora w której zostanie zainstalowany tomograf komputerowy znajduje się w Zakładzie Radioterapii na parterze budynku Białostockiego Centrum Onkologii im. Marii Skłodowskiej-Curie w Białymstoku przy ul. Ogrodowej 12. Powierzchnia pomieszczenia, w którym zostanie zainstalowany opisany powyżej tomograf CT wynosi ok.  $34,6 \text{ m}^2$ , wysokość 2,78 m co spełnia aktualne wymogi prawne.

Bezpośrednie sąsiedztwo pracowni rtg:

1. Sterownia nr 18 zlokalizowana w odległości 4,2 m od źródła promieniowania – osłona - ściana A wykonana z cegły pełnej ( $1,6 \text{ g/cm}^3$ ) o grubości 25 cm, równoważna osłonie 2,5 mm Pb zawierająca szybę ze szkła ołowiowego równoważnego 2 mm Pb oraz drzwi z osłoną 2 mm Pb.
2. Parking na terenie Szpitala zlokalizowany w odległości 2,5 m od źródła promieniowania – osłona - ściana B (ściana zewnętrzna budynku) wykonana z cegły pełnej ( $1,6 \text{ g/cm}^3$ ) o grubości 50 cm, równoważna osłonie 5 mm Pb.

3. Pomieszczenie techniczne zlokalizowane w odległości 2,4 m od źródła promieniowania – osłona - ściana C wykonana z cegły pełnej ( $1,6 \text{ g/cm}^3$ ) o grubości 25 cm, równoważna osłonie 2,5 mm Pb.
4. Kabin dla pacjentów (nr 16 i 17) zlokalizowane w odległości nie mniejszej niż 3 m od źródła promieniowania – osłona - ściana D i E wykonane z cegły pełnej ( $1,6 \text{ g/cm}^3$ ) o grubości 25 cm, równoważna osłonie 2,5 mm Pb, drzwi wejściowe do kabin pacjentów zawierają osłonę nie mniejszą niż 1,3 mm Pb.
5. Korytarz wewnętrzny zlokalizowany w odległości 4,8 m od źródła promieniowania – osłona - ściana F wykonana z cegły pełnej ( $1,6 \text{ g/cm}^3$ ) o grubości 40 cm, równoważna osłonie 4,2 mm Pb, drzwi wejściowe do Pracowni Symulatora zawierają osłonę 1 mm Pb.
6. strop dolny- przyziemie;
7. Pracownia tomograficzna zlokalizowana powyżej w odległości 2,2 m od źródła promieniowania - osłona strop górny żelbetonowy o grubości 18 cm równoważny osłonie 2,5 mm Pb..



Rys. nr 1 Pracownia Symulatora CT

## 2.5 OBLICZENIA OSŁON PRACOWNI TOMOGRAFU SOMATOM Definition AS 64

### 2.5.1 Osłona STEROWNI

Do Sterowni dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem  $U = 1$ . Prawdopodobieństwo przebywania osób narażonych na promieniowanie jonizujące w odległości  $4,2$  m od źródła promieniowania w czasie pracy aparatu  $T = 1$ .

*obliczenia zgodnie z normą PN-86/J-80001*

Zredukowana moc dawki promieniowania rozpraszane przez tkankę

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{52,2 \cdot 4,2^2}{111 \cdot 1} = 8,3 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

gdzie:  $D = 52,2 \mu\text{Gy}$ ;  $l = 4,2$  m;  $T = 1$ ;  $U = 1$ ;  $t \cdot I = 6666$  mAmin =  $111$  mAh. Obliczona wartość współczynnika  $C_1$  zgodnie z wykresem (rys. 3) w punkcie 2.5.2.2 normy PN-86/J 80001. określa wymaganą grubość osłony nie mniejszą od  $1,4$  mm Pb, co zgodnie z normą PN-86/J 80001 odpowiada  $16$  cm cegły pełnej.

**WNIOSEK:** Istniejąca osłona  $25$  cm cegły pełnej ściany osłonowej A oraz  $2$ mm Pb okna i drzwi wejściowych są wystarczające do ochrony pracowników przebywających w Sterowni przed promieniowaniem tomografu SOMATOM Definition AS 64.

### 2.5.2 Osłona parkingu

Do parkingu dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem  $U = 1$ . Prawdopodobieństwo przebywania osób nie narażonych na promieniowanie jonizujące na parkingu w czasie pracy aparatu oszacowano na poziomie  $T = 0,05$ . Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania  $l = 2,5$  m

*obliczenia zgodnie z normą PN-86/J-80001*

Zredukowana moc dawki promieniowania rozpraszane przez tkankę:

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{5,22 \cdot 2,5^2}{111 \cdot 0,05} = 5,9 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

gdzie:  $D = 5,22 \mu\text{Gy}$ ;  $l = 2,5$  m;  $T = 0,05$ ;  $U = 1$ ;  $t \cdot I = 6666$  mAmin =  $111$  mAh. Obliczona wartość współczynnika  $C_1$  zgodnie z wykresem (rys. 3) w punkcie 2.5.2.2 normy PN-86/J 80001.

określa wymaganą grubość osłony nie mniejszą od **1,6 mm Pb**, co zgodnie z normą PN-86/J 80001 odpowiada **20 cm** cegły pełnej.

**WNIOSEK:** Istniejąca osłona, ściana B zawierająca 50 cm cegły pełnej jest wystarczająca do ochrony osób z ogółu ludności przebywających sporadycznie na szpitalnym parkingu przed promieniowaniem tomografu SOMATOM Definition AS 64.

### 2.5.3 Osłona pomieszczenia technicznego

Do pomieszczenia technicznego dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem  $U = 1$ . Prawdopodobieństwo przebywania osób nie narażonych na promieniowanie jonizujące na terenie zewnętrznym w czasie pracy aparatu wynosi  $T = 0,05$ . Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania  $l = 2,4$  m

#### *obliczenia zgodnie z normą PN-86/J-80001*

Zredukowana moc dawki promieniowania rozpraszanego przez tkankę przy identycznych parametrach wyjściowych:

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{5,22 \cdot 2,4^2}{111 \cdot 0,05} = 5,4 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

gdzie:  $D = 5,22 \mu\text{Gy}$ ;  $l = 3,2$  m;  $T = 0,05$ ;  $U = 1$ ;  $t \cdot I = 6666 \text{ mAmin} = 111 \text{ mAh}$ . Obliczona wartość współczynnika  $C_1$  zgodnie z wykresem (rys. 3) w punkcie 2.5.2.2 normy PN-86/J 80001. określa wymaganą grubość osłony nie mniejszą od **1,6 mm Pb**, co zgodnie z normą PN-86/J 80001 odpowiada **20 cm** cegły pełnej.

**WNIOSEK:** Istniejąca osłona, ściana C zawiera 25 cm cegły pełnej i jest wystarczająca do ochrony osób z ogółu ludności przebywających sporadycznie w pomieszczeniu technicznym przed promieniowaniem tomografu SOMATOM Definition AS 64

#### 2.5.4 Osłona Kabin pacjenta

Do Kabin pacjenta dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem  $U = 1$ . Prawdopodobieństwo przebywania osób nie narażonych na promieniowanie jonizujące w Kabinach w czasie pracy aparatu wynosi  $T = 0,05$ . Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania  $l = 3 \text{ m}$

*obliczenia zgodnie z normą PN-86/J-80001*

Zredukowana moc dawki promieniowania rozpraszane przez tkankę

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{5,22 \cdot 3^2}{111 \cdot 0,05} = 8,5 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

gdzie:  $D = 5,22 \mu\text{Gy}$ ;  $l = 3 \text{ m}$ ;  $T = 0,05$ ;  $U = 1$ ;  $t \cdot I = 6666 \text{ mAmin} = 1111 \text{ mAh}$ . Obliczona wartość współczynnika  $C_1$  zgodnie z wykresem (rys. 3) w punkcie 2.5.2.2 normy PN-86/J 80001. określa wymaganą grubość osłony nie mniejszą od **1,2 mm Pb**, co zgodnie z normą PN-86/J 80001 odpowiada **16 cm** cegły pełnej.

**WNIOSEK:** Istniejące osłony ścian - 25 cm cegły pełnej oraz nie mniej niż 1,3 mm Pb w drzwiach są wystarczająca do ochrony pacjentów przed promieniowaniem tomografu SOMATOM Definition AS 64.

#### 2.5.5 Osłona korytarz wewnętrzny

Do korytarza dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem  $U = 1$ . Prawdopodobieństwo przebywania osób nie narażonych na promieniowanie jonizujące w odległości **4,8 m** od źródła promieniowania w czasie pracy aparatu  $T = 0,05$ .

*obliczenia zgodnie z normą PN-86/J-80001*

Zredukowana moc dawki promieniowania rozpraszane przez tkankę

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{5,22 \cdot 4,8^2}{111 \cdot 0,05} = 21,7 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

gdzie:  $D = 5,22 \mu\text{Gy}$ ;  $l = 4,8 \text{ m}$ ;  $T = 0,05$ ;  $U = 1$ ;  $t \cdot I = 6666 \text{ mAmin} = 111 \text{ mAh}$ . Obliczona wartość współczynnika  $C_1$  zgodnie z wykresem (rys. 3) w punkcie 2.5.2.2 normy PN-86/J 80001. określa wymaganą grubość osłony nie mniejszą od **0,8 mm Pb**, co zgodnie z normą PN-86/J 80001 odpowiada **10 cm** cegły pełnej.

**WNIOSEK:** Istniejąca osłona 40 cm cegły pełnej ściany osłonowej F oraz 1 mm Pb drzwi wejściowych są wystarczające do ochrony osób nie narażonych zawodowo przebywających na korytarzu przed promieniowaniem tomografu SOMATOM Definition AS 64.

#### 4.1.1 Pracownia komputerowa powyżej na I piętrze

Do Pracowni dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem  $U = 1$ . Przyjęto, że prawdopodobieństwo przebywania pracowników w Pracowni na I piętrze w czasie pracy aparatu wynosi  $T = 1$ . Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania  $l = 2,2$  m

#### *obliczenia zgodnie z normą PN-86/J-80001*

Zredukowana moc dawki promieniowania rozpraszanego przez tkankę przy identycznych parametrach wyjściowych:

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{52,2 \cdot 2,2^2}{111 \cdot 1} = 2,3 \mu Gy h^{-1} m^2 mA^{-1}$$

gdzie:  $D = 52,2 \mu Gy$ ;  $l = 2,2$  m;  $T = 1$ ;  $U = 1$ ;  $t \cdot I = 6666$  mAmin = 111 mAh. Obliczona wartość współczynnika  $C_1$  zgodnie z wykresem (rys. 3) w punkcie 2.5.2.2 normy PN-86/J 80001. określa wymaganą grubość osłony nie mniejszą od 1,6 mm Pb, co zgodnie z normą PN-86/J 80001 odpowiada 15 cm cegły betonu.

**WNIOSEK:** Istniejąca osłona 18 cm betonu jest wystarczająca do ochrony osób narażonych zawodowo przebywających w Pracowni komputerowej na I piętrze przed promieniowaniem tomografu SOMATOM Definition AS 64.

#### WNIOSEK

#### PROWADZENIE DZIAŁALNOŚCI PRACOWNI SYMULATORA

#### BIAŁOSTOCKIEGO CENTRUM ONKOLOGII

#### ZGODNIE z POWYŻSZYM PROJEKTEM

#### ZAPEWNIĄ PEŁNE BEZPIECZEŃSTWO RADIOLOGICZNE ZARÓWNO

#### PRACOWNIKÓW CENTRUM JAK RÓWNIEŻ OSÓB ZALICZANYCH

#### DO KATEGORII OGÓŁU LUDNOŚCI