

Szpital Uzdrowski w Nałęczowie ul. Górskiego 9 24-150 Nałęczów	Projekt osłon stałych przed promieniowaniem X	Strona/stron 1/14
	Pracownia Tomografu Komputerowego GE Revolution EVO	styczeń 2017r.

1. CEL OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt zawierający całość zagadnień z zakresu ochrony radiologicznej, dotyczących obliczeń osłon stałych przed promieniowaniem rentgenowskim oraz opis wentylacji w Pracowni RTG z zamontowanym Tomografem Komputerowym.

Projekt ochrony radiologicznej został opracowany na podstawie:

- informacji udzielonej przez Zleceniodawcę dotyczącej grubości oraz budowy istniejących ścian i stropów,
- uzgodnień ze Zleceniodawcą,
- danych technicznych montowanego aparatu rentgenowskiego.

2. PODSTAWA PRAWNA

Dokumentację opracowano na podstawie obowiązujących dokumentów:

- Ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (Dz. U. z 2014 r. poz. 1015 oraz z 2015 r. poz. 1505 i 1893),
- Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. z 2005r. Nr 20 poz. 168),
- Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia z dnia 18 lutego 2011 roku w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. z 2013 r. poz. 1015 i 1023 oraz z 2015 r. poz. 2040),
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. z 2006r. Nr 180 poz.1325),
- PN-86/J-80001 Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma: „Obliczanie osłon stałych” wydanie Alfa 1986r.

Szpital Uzdrowski w Nałęczowie ul. Górskiego 9 24-150 Nałęczów	Projekt osłon stałych przed promieniowaniem X	Strona/stron 2/14
	Pracownia Tomografu Komputerowego GE Revolution EVO	styczeń 2017r.

3. OPIS WARUNKÓW I WYMAGAŃ WYNIKAJĄCYCH Z PRZEPISÓW PRAWNYCH

3.1 Lokalizacja

Gabinet Rentgenowski, w którym planowane jest zamontowanie tomografu komputerowego GE Revolution EVO, zlokalizowany będzie na parterze, 3 kondygnacyjnego budynku Szpitala Uzdrowskiego w Nałęczowie przy ulicy Górskiego 9. Powierzchnia gabinetu wynosi 36 m². Wysokość pomieszczeń (w tym gabinetu rtg) wynosi 3,3 m – w przypadku zastosowania sufitów podwieszanych nie będzie mniejsza niż 2,5 metra. Pomieszczenia wyposażone są w wentylację mechaniczną zapewniającą 1,5 krotną wymianę powietrza w ciągu godziny (sufitowe rozmieszczenie ciągów wentylacyjnych).

3.2 Wymagania

1. W pracowni rentgenowskiej należy zapewnić łączność głosową i wizualną pomiędzy personelem medycznym przebywającym w sterowni a pacjentem przebywającym w gabinecie rentgenowskim. Gabinet wyposażony należy w ostrzegawczą sygnalizację świetlną umieszczoną nad drzwiami do gabinetu, włączaną równocześnie z zasilaniem generatora.
2. Aparaty rentgenowski zainstalować tak, aby:
 - 1) był zapewniony swobodny dostęp do pacjenta, co najmniej z dwóch stron;
 - 2) odległość źródła promieniowania (ogniska lampy) od najbliższej ściany wynosiła, co najmniej 1,5 m przy pionowym kierunku wiązki promieniowania.
3. W pracowni rentgenowskiej, w widocznym miejscu, umieścić informację o konieczności powiadomienia rejestratorki i operatora aparatu rentgenowskiego, przed wykonaniem badania, o tym, że pacjentka jest w ciąży.
4. Na drzwiach do Pracowni RTG i gabinetu rentgenowskiego należy umieścić tablicę ze znakami ostrzegawczymi przed promieniowaniem jonizującym. Wzór takiego znaku zamieszczono w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. z 2006r. Nr 180, poz. 1325) oraz Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 20 lutego 2007r. w sprawie podstawowych wymagań dotyczących terenów kontrolowanych i nadzorowanych (Dz. U. z 2007r. Nr 131 poz.910).
5. W trakcie wykonywania badań należy stosować osłony osobiste dla pacjentów zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011r. w sprawie warunków bez-

Szpital Uzdrowski w Nałęczowie ul. Górskiego 9 24-150 Nałęczów	Projekt osłon stałych przed promieniowaniem X	Strona/stron 3/14
	Pracownia Tomografu Komputerowego GE Revolution EVO	styczeń 2017r.

piecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. z 2013 r. poz. 1015 i 1023 oraz z 2015 r. poz. 2040).

5. System zarządzania jakością:

Jednostki ochrony zdrowia stosujące promieniowanie jonizujące w celach medycznych mają obowiązek wdrożenia systemu zarządzania jakością.

Ogólne i szczegółowe wymagania dotyczące systemu zarządzania jakością określa załącznik nr 5 do Rozporządzenia Ministra Zdrowia (Dz. U. z 2013 r. poz. 1015 i 1023 oraz z 2015 r. poz. 2040).

6. Kontrola jakości.

Nowo instalowane urządzenia radiologiczne i programy komputerowe z nimi współpracujące, a także urządzenia radiologiczne poddane istotnej naprawie podlegają testom akceptacyjnym przeprowadzanym po instalacji urządzenia w celu wykazania zgodności fizycznych parametrów technicznych ze specyfikacją producenta lub specyfikacją naprawy.

Testy odbiorcze (akceptacyjne) przed pierwszym użyciem dla zastosowań klinicznych nowo instalowanego urządzenia radiologicznego wykonują osoby upoważnione przez kierownika jednostki ochrony zdrowia przy udziale przedstawicieli dostawcy urządzenia radiologicznego.

Testy odbiorcze (akceptacyjne) przed użyciem urządzenia radiologicznego poddanego naprawie przeprowadzonej w zakresie, który może mieć wpływ na jakość diagnostyczną uzyskiwanego obrazu lub na dawkę, jaką otrzymuje pacjent, wykonują osoby upoważnione przez kierownika jednostki ochrony zdrowia przy udziale przedstawicieli dostawcy lub przedstawicieli serwisu urządzenia radiologicznego.

Testy odbiorcze (akceptacyjne) polegają na sprawdzeniu, co najmniej:

- 1) jednoznaczności oznaczeń i opisów na elementach urządzenia radiologicznego;
- 2) zgodności wartości zmierzonych z wartościami parametrów określonych w specyfikacji technicznej.

4. OPIS POMIESZCZEŃ ORAZ ISTNIEJĄCYCH OSŁON STAŁYCH

Pomieszczenia sąsiadujące z gabinetem TK – oznaczenia zgodne z rysunkiem nr 1.

Ściana A – B

Jest to zewnętrzna ściana Pracowni RTG (zewnętrzna budynku). Ścianę stanowi lany żelbeton o grubości 25 cm. Za ścianą znajduje się teren zewnętrzny (chodnik, trawnik) oraz częściowo pomieszczenie techniczne. W odległości min. 15 metrów brak zabudowań.

Szpital Uzdrowiskowy w Nałęczowie ul. Górskiego 9 24-150 Nałęczów	Projekt osłon stałych przed promieniowaniem X	Strona/stron 4/14
	Pracownia Tomografu Komputerowego GE Revolution EVO	styczeń 2017r.

Ściana B - C

Jest to wewnętrzna ściana Pracowni RTG (wewnętrzna budynku). Ściana (do wysokości 1 m) zbudowana jest z bloczków Silikatowych drażonych o klasie gęstości $1,4 \text{ g/cm}^3$ (grubość 12 cm) oraz (powyżej 1 m) z bloczków gazobetonowych klasy 600 o grubości 12 cm. Za ścianą zlokalizowane są: przebieralnia pacjentów, pomieszczenie porządkowe oraz WC personelu.

Ściana C – D

Jest to wewnętrzna ściana Pracowni RTG (wewnętrzna budynku). Ściana (do wysokości 1 m) zbudowana jest z bloczków Silikatowych drażonych o klasie gęstości $1,4 \text{ g/cm}^3$ (grubość 12 cm) oraz (powyżej 1 m) z bloczków gazobetonowych klasy 600 o grubości 12 cm. Za ścianą znajduje się kabinę pacjenta. W ścianie zlokalizowano drzwi.

Ściana D - E

Jest to zewnętrzna ściana Pracowni RTG (wewnętrzna budynku). Ściana (do wysokości 1 m) zbudowana jest z bloczków Silikatowych drażonych o klasie gęstości $1,4 \text{ g/cm}^3$ (grubość 12 cm) oraz (powyżej 1 m) z bloczków gazobetonowych klasy 600 o grubości 12 cm. Za ścianą znajduje się ogólnodostępny korytarz. W ścianie zlokalizowano drzwi.

Ściana E – F

Jest to wewnętrzna ściana Pracowni RTG (wewnętrzna budynku). Ściana (do wysokości 1 m) zbudowana jest z bloczków Silikatowych drażonych o klasie gęstości $1,4 \text{ g/cm}^3$ (grubość 12 cm) oraz (powyżej 1 m) z bloczków gazobetonowych klasy 600 o grubości 12 cm. Za ścianą znajduje się pomieszczenie przygotowania pacjenta. W ścianie zlokalizowano drzwi.

Ściana F – A

Jest to wewnętrzna ściana Pracowni RTG (wewnętrzna budynku). Ściana (do wysokości 1 m) zbudowana jest z bloczków Silikatowych drażonych o klasie gęstości $1,4 \text{ g/cm}^3$ (grubość 12 cm) oraz (powyżej 1 m) z bloczków gazobetonowych klasy 600 o grubości 12 cm. Za ścianą znajduje się sterownia. W ścianie zlokalizowano okno przeglądowe.

Strop górny

Strop stanowi żelbeton o grubości 25 cm oraz wylewka betonowa o grubości 6 cm. folia paroszczelna, styropian o grubości 3 cm oraz wylewka cementowa o grubości 4 cm zbrojona siatkami zgrzewanymi. Powyżej gabinetu zlokalizowane są: sala pobytowa, pokój Oddziałowej oraz gabinet diagnostyczny.

Szpital Uzdrowski w Nałęczowie ul. Górskiego 9 24-150 Nałęczów	Projekt osłon stałych przed promieniowaniem X	Strona/stron 5/14
	Pracownia Tomografu Komputerowego GE Revolution EVO	styczeń 2017r.

Strop dolny

Strop stanowi żelbeton o grubości 25 cm oraz wylewka betonowa o grubości 6 cm. Poniżej brak pomieszczeń.

5. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ:

5.1 Dawki graniczne

Zgodnie z obowiązującymi przepisami roczne dawki graniczne wynoszą:

- dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące:
 $D = 6 \div 20$ mSv (kategoria A),
- dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące: $D = 1 \div 6$ mSv (kategoria B),
- dla ogółu ludności 1 mSv,

W Pracowni rentgenowskiej konstrukcje ścian i stropów muszą zabezpieczać:

- w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 3 mSv;
- w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 0,5 mSv.

W obliczeniach użyto następujących wartości:

- dawka pochłonięta w tkance równa 0,01 mGy/tydzień (dawka ta przeliczona na dawkę pochłoniętą w powietrzu wynosi 0,00087 cGy/tydzień).

5.2 Parametry techniczne aparatu rentgenowskiego przyjęte do obliczeń.

- napięcie maksymalne lampy - 130 kV,
- prąd anodowy lampy rtg - 240 mA,

5.3 Czas pracy:

Czas ekspozycji rentgenowskiej zależy od rodzaju badania tj. głowa, brzuch (wielkość obszaru poddawanego ekspozycji) oraz typu badania np. „spiralne”, a także trybu pracy np. „low dose”, szerokość warstwy, itp.

Szpital Uzdrawiskowy w Nałęczowie ul. Górskiego 9 24-150 Nałęczów	Projekt osłon stałych przed promieniowaniem X	Strona/stron 6/14
	Pracownia Tomografu Komputerowego GE Revolution EVO	styczeń 2017r.

W zależności od w/w elementów czas trwania ekspozycji (pracy lampy rtg) w czasie jednego badania trwa od ok. 4 sekund do 120 sekund – zależny jest od stosowanego prądu anodowego.

Średni czas (przyjęty do obliczeń dla 240 mA) diagnostycznej ekspozycji rentgenowskiej podczas badania 1 pacjenta wynosi 12 s.

Ilość wykonywanych badań w tygodniu wynosić będzie 54.

Tygodniowy czas pracy lampy rtg wynosić będzie: $t_0 = 54 \text{ badań} \cdot 12 \text{ s} = 648 \text{ s} = 10,8 \text{ min} = 0,18 \text{ godz.}$

6. OBLICZENIA OSŁON.

6.1 Stosowane wzory.

W czasie pracy tomografu komputerowego do ścian (osłon stałych) dociera promieniowanie rozproszone od tkanki pacjenta oraz rozproszone przez gantry TK.

Obliczenia wykonano na podstawie normy PN-86/J-80001 „Obliczanie osłon stałych”. Wymagane grubości osłon określono na podstawie zawartych tam tabel i wykresów, posługując się wzorami obliczeniowymi dla poniższych wielkości:

- zredukowana moc dawki promieniowania rozproszonego przez tkankę (C_1)
- zredukowana moc dawki promieniowania rozproszonego przez gantry TK (C_2)
- dawka promieniowania ubocznego (D)

Szpital Uzdrowiskowy w Nałęczowie ul. Górskiego 9 24-150 Nałęczów	Projekt osłon stałych przed promieniowaniem X	Strona/stron 7/14
	Pracownia Tomografu Komputerowego GE Revolution EVO	styczeń 2017r.

6.2 Obliczenia

W przypadku obliczeń zredukowanej mocy dawki promieniowania rozproszonego przez tkankę albo inny element rozpraszający (gantry TK) przyjmuje się, że dawka od każdego z nich nie może przekroczyć 50% wartości danej dawki D.

Ściana A – B

a) promieniowanie rozproszone przez tkankę pacjenta

$$D = 0,000435 \text{ cGy} \quad 50\% \text{ dawki } 0,5 \text{ mSv/rok}$$

$$t_0 = 0,18 \text{ godz.}$$

$$T = 0,05$$

$$l = 2 \text{ m}$$

$$I = 240 \text{ mA}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t_0 \cdot T \cdot I} = \frac{0,000435 \cdot 4}{0,18 \cdot 0,05 \cdot 240} = 8,1 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy, dla napięcia 130 kV, przyjmuje się, że grubość wymaganej osłony z ołowiu jest równa 1,1 mm.

b) promieniowanie rozproszone przez gantry TK

$$D = 0,000435 \text{ cGy}$$

$$t_0 = 0,18 \text{ godz.}$$

$$T = 0,05$$

$$l = 1,9 \text{ m}$$

$$f = 1 \text{ m}$$

$$s = 0,15 \text{ m}^2$$

$$y = 1$$

$$I = 240 \text{ mA}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t_0 \cdot T \cdot I \cdot y \cdot s} = \frac{0,000435 \cdot 3,61 \cdot 1}{0,18 \cdot 0,05 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,15} = 48 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.3.2 normy, grubość wymaganej osłony z ołowiu dla napięcia 130 kV, jest równa 1,2 mm.

Szpital Uzdrowski w Nałęczowie ul. Górskiego 9 24-150 Nałęczów	Projekt osłon stałych przed promieniowaniem X	Strona/stron 8/14
	Pracownia Tomografu Komputerowego GE Revolution EVO	styczeń 2017r.

Ściana B – C

a) promieniowanie rozproszone przez tkankę pacjenta

$$D = 0,000435 \text{ cGy} \quad 50\% \text{ dawki } 0,5 \text{ mSv/rok}$$

$$t_0 = 0,18 \text{ godz.}$$

$$T = 0,25$$

$$l = 2,5 \text{ m}$$

$$I = 240 \text{ mA}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t_0 \cdot T \cdot I} = \frac{0,000435 \cdot 6,25}{0,18 \cdot 0,25 \cdot 240} = 2,5 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy, dla napięcia 130 kV, przyjmuje się, że grubość wymaganej osłony z ołowiu jest równa 1,8 mm.

b) promieniowanie rozproszone przez gantry TK

$$D = 0,000435 \text{ cGy}$$

$$t_0 = 0,18 \text{ godz.}$$

$$T = 0,25$$

$$l = 2,4 \text{ m}$$

$$f = 1 \text{ m}$$

$$s = 0,15 \text{ m}^2$$

$$y = 1$$

$$I = 240 \text{ mA}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t_0 \cdot T \cdot I \cdot y \cdot s} = \frac{0,000435 \cdot 5,76 \cdot 1}{0,18 \cdot 0,25 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,15} = 15 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.3.2 normy, grubość wymaganej osłony z ołowiu dla napięcia 130 kV, jest równa 1,7 mm.

Ściana C – D

a) promieniowanie rozproszone przez tkankę pacjenta

$$t_0 = 0,18 \text{ godz.}$$

$$T = 0,25$$

$$l = 2,2 \text{ m}$$

$$I = 240 \text{ mA}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t_0 \cdot T \cdot I} = \frac{0,000435 \cdot 4,84}{0,18 \cdot 0,25 \cdot 240} = 1,9 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy, dla napięcia 130 kV, przyjmuje się, że grubość wymaganej osłony z ołowiu jest równa 1,9 mm.

Szpital Uzdrawiskowy w Nałęczowie ul. Górskiego 9 24-150 Nałęczów	Projekt osłon stałych przed promieniowaniem X	Strona/stron 9/14
	Pracownia Tomografu Komputerowego GE Revolution EVO	styczeń 2017r.

b) promieniowanie rozproszone przez gantry TK

$$D = 0,000435 \text{ cGy}$$

$$t_0 = 0,18 \text{ godz.}$$

$$T = 0,25$$

$$l = 2,1 \text{ m}$$

$$f = 1 \text{ m}$$

$$s = 0,15 \text{ m}^2$$

$$y = 1$$

$$I = 240 \text{ mA}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t_0 \cdot T \cdot I \cdot y \cdot s} = \frac{0,000435 \cdot 4,41 \cdot 1}{0,18 \cdot 0,25 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,15} = 12 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.3.2 normy, grubość wymaganej osłony z ołowiu dla napięcia 130 kV, jest równa 1,7 mm.

Ściana D – E

a) promieniowanie rozproszone przez tkankę pacjenta

$$D = 0,000435 \text{ cGy} \quad 50\% \text{ dawki } 0,5 \text{ mSv/rok}$$

$$t_0 = 0,18 \text{ godz.}$$

$$T = 0,25$$

$$l = 3,6 \text{ m}$$

$$I = 240 \text{ mA}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t_0 \cdot T \cdot I} = \frac{0,000435 \cdot 12,96}{0,18 \cdot 0,25 \cdot 240} = 5,2 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy, dla napięcia 130 kV, przyjmuje się, że grubość wymaganej osłony z ołowiu jest równa 1,5 mm.

b) promieniowanie rozproszone przez gantry TK

$$D = 0,000435 \text{ cGy}$$

$$t_0 = 0,18 \text{ godz.}$$

$$T = 0,25$$

$$l = 3,5 \text{ m}$$

$$f = 1 \text{ m}$$

$$s = 0,15 \text{ m}^2$$

$$y = 1$$

$$I = 240 \text{ mA}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t_0 \cdot T \cdot I \cdot y \cdot s} = \frac{0,000435 \cdot 12,25 \cdot 1}{0,18 \cdot 0,25 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,15} = 33 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.3.2 normy, grubość wymaganej osłony z ołowiu dla napięcia 130 kV, jest równa 1,3 mm.

Szpital Uzdrowski w Nałęczowie ul. Górskiego 9 24-150 Nałęczów	Projekt osłon stałych przed promieniowaniem X	Strona/stron 10/14
	Pracownia Tomografu Komputerowego GE Revolution EVO	styczeń 2017r.

Ściana E – F

a) promieniowanie rozproszone przez tkankę pacjenta

$$D = 0,000435 \text{ cGy} \quad 50\% \text{ dawki } 0,5 \text{ mSv/rok}$$

$$t_0 = 0,18 \text{ godz.}$$

$$T = 0,25$$

$$l = 4,6 \text{ m}$$

$$I = 240 \text{ mA}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t_0 \cdot T \cdot I} = \frac{0,000435 \cdot 21,16}{0,18 \cdot 0,25 \cdot 240} = 8,5 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy, dla napięcia 130 kV, przyjmuje się, że grubość wymaganej osłony z ołowiu jest równa 1,1 mm.

b) promieniowanie rozproszone przez gantry TK

$$D = 0,000435 \text{ cGy}$$

$$t_0 = 0,18 \text{ godz.}$$

$$T = 0,25$$

$$l = 4,6 \text{ m}$$

$$f = 1 \text{ m}$$

$$s = 0,15 \text{ m}^2$$

$$y = 1$$

$$I = 240 \text{ mA}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t_0 \cdot T \cdot I \cdot y \cdot s} = \frac{0,000435 \cdot 21,16 \cdot 1}{0,18 \cdot 0,25 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,15} = 57 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.3.2 normy, grubość wymaganej osłony z ołowiu dla napięcia 130 kV, jest równa 1,1 mm.

Ściana F – A

a) promieniowanie rozproszone przez tkankę pacjenta

$$D = 0,000435 \text{ cGy} \quad 50\% \text{ dawki } 0,5 \text{ mSv/rok}$$

$$t_0 = 0,18 \text{ godz.}$$

$$T = 1$$

$$l = 4,6 \text{ m}$$

$$I = 240 \text{ mA}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t_0 \cdot T \cdot I} = \frac{0,000435 \cdot 21,16}{0,18 \cdot 1 \cdot 240} = 2,1 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy, dla napięcia 130 kV, przyjmuje się, że grubość wymaganej osłony z ołowiu jest równa 1,9 mm.

Szpital Uzdrawiskowy w Nałęczowie ul. Górskiego 9 24-150 Nałęczów	Projekt osłon stałych przed promieniowaniem X	Strona/stron 11/14
	Pracownia Tomografu Komputerowego GE Revolution EVO	styczeń 2017r.

b) promieniowanie rozproszone przez gantry TK

$$D = 0,000435 \text{ cGy}$$

$$t_0 = 0,18 \text{ godz.}$$

$$T = 1$$

$$l = 4,6 \text{ m}$$

$$f = 1 \text{ m}$$

$$s = 0,15 \text{ m}^2$$

$$y = 1$$

$$I = 240 \text{ mA}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t_0 \cdot T \cdot I \cdot y \cdot s} = \frac{0,000435 \cdot 21,16 \cdot 1}{0,18 \cdot 1 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,15} = 14 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.3.2 normy, grubość wymaganej osłony z ołowiu dla napięcia 130 kV, jest równa 1,7 mm.

Strop dolny

Obliczenia nie są wymagane – brak możliwości narażenia osób (grunt).

Strop górny

a) promieniowanie rozproszone przez tkankę pacjenta

$$D = 0,000435 \text{ cGy} \quad 50\% \text{ dawki } 0,5 \text{ mSv/rok}$$

$$t_0 = 0,18 \text{ godz.}$$

$$T = 1$$

$$l = 2,3 \text{ m}$$

$$I = 240 \text{ mA}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t_0 \cdot T \cdot I} = \frac{0,000435 \cdot 5,29}{0,18 \cdot 1 \cdot 240} = 0,5 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy, dla napięcia 130 kV, przyjmuje się, że grubość wymaganej osłony z ołowiu jest równa 2,9 mm.

b) promieniowanie rozproszone przez gantry TK

$$D = 0,000435 \text{ cGy}$$

$$t_0 = 0,18 \text{ godz.}$$

$$T = 1$$

$$l = 2,1 \text{ m}$$

$$f = 1 \text{ m}$$

$$s = 0,15 \text{ m}^2$$

$$y = 1$$

$$I = 240 \text{ mA}$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t_0 \cdot T \cdot I \cdot y \cdot s} = \frac{0,000435 \cdot 4,41 \cdot 1}{0,18 \cdot 1 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,15} = 3,0 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.3.2 normy, grubość wymaganej osłony z ołowiu dla napięcia 130 kV, jest równa 2,3 mm.

Szpital Uzdrawiskowy w Nałęczowie ul. Górskiego 9 24-150 Nałęczów	Projekt osłon stałych przed promieniowaniem X	Strona/stron 12/14
	Pracownia Tomografu Komputerowego GE Revolution EVO	styczeń 2017r.

7. ZESTAWIENIE OSŁON

Istniejąca osłona	Równoważnik ołowiu istniejącej osłony [mm]	Obliczona grubość ołowiu [mm]	Wymagania dodatkowe
Ściana A – B			
- żelbeton o grubości 25 cm,	3,9	1,1	- ściana nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia,
Ściana B – C			
- do wysokości 1 m od poziomu posadzki bloczki Slikatowe drażnione o klasie gęstości 1,4 g/cm ³ i grubości 12 cm, - powyżej 1 m od poziomu posadzki z bloczków gazobetonowych klasy 600 o grubości 12 cm,	0,25 0,35	1,8	- ściana wymaga zabezpieczenia blachą ołowianą o grubości 1,5 mm,
Ściana C – D			
- do wysokości 1 m od poziomu posadzki bloczki Slikatowe drażnione o klasie gęstości 1,4 g/cm ³ i grubości 12 cm, - powyżej 1 m od poziomu posadzki z bloczków gazobetonowych klasy 600 o grubości 12 cm, - drzwi	0,25 0,35 -	1,9	- ściana wymaga zabezpieczenia blachą ołowianą o grubości 2,0 mm, - drzwi wykonać z blachy ołowianej o grubości 2,0 mm,
Ściana D – E			
- do wysokości 1 m od poziomu posadzki bloczki Slikatowe drażnione o klasie gęstości 1,4 g/cm ³ i grubości 12 cm, - powyżej 1 m od poziomu posadzki z bloczków gazobetonowych klasy 600 o grubości 12 cm, - drzwi,	0,25 0,35 -	1,5	- ściana wymaga zabezpieczenia blachą ołowianą o grubości 1,5 mm, - drzwi wykonać z blachy ołowianej o grubości 1,5 mm,
Ściana E – F			
- do wysokości 1 m od poziomu posadzki bloczki Slikatowe drażnione o klasie gęstości 1,4 g/cm ³ i grubości 12 cm, - powyżej 1 m od poziomu posadzki z bloczków gazobetonowych klasy 600 o grubości 12 cm, - drzwi,	0,25 0,35 -	1,1	- ściana wymaga zabezpieczenia blachą ołowianą o grubości 1,0 mm, - drzwi wykonać z blachy ołowianej o grubości 1,5 mm,
Ściana F – A			
- do wysokości 1 m od poziomu posadzki bloczki Slikatowe drażnione o klasie gęstości 1,4 g/cm ³ i grubości 12 cm, - powyżej 1 m od poziomu posadzki z bloczków gazobetonowych klasy 600 o grubości 12 cm, - okno przegładowe,	0,25 0,35 -	1,9	- ściana wymaga zabezpieczenia blachą ołowianą o grubości 2,0 mm, - okno wykonać ze szkła ołowiowego o równoważniku ołowiu 2,0 mm - drzwi wykonać z blachy ołowianej o grubości 2,0 mm,

Szpital Uzdrowiskowy w Nałęczowie ul. Górskiego 9 24-150 Nałęczów	Projekt osłon stałych przed promieniowaniem X	Strona/stron 13/14
	Pracownia Tomografu Komputerowego GE Revolution EVO	styczeń 2017r.

Istniejąca osłona	Równoważnik ołowiu istniejącej osłony [mm]	Obliczona grubość ołowiu [mm]	Wymagania dodatkowe
Strop górny			
- Żelbeton o grubości 25 cm oraz wylewka 6 cm,	2,0	2,9	- strop nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia,
Strop dolny			
Dodatkowe osłony nie są wymagane - brak pomieszczeń użytkowych (grunt)			

Szpital Uzdrowiskowy w Nałęczowie ul. Górskiego 9 24-150 Nałęczów	Projekt osłon stałych przed promieniowaniem X	Strona/stron 14/14
	Pracownia Tomografu Komputerowego GE Revolution EVO	styczeń 2017r.

Uwagi:

1. Dla bloczków Silikatowych, ze względu na gęstość na poziomie $1,4 \text{ g/cm}^3$ oraz wewnętrzne przestrzenie powietrzne, przyjmuje się, że stanowią one 25% zastępczej grubości cegły pełnej o gęstości $1,6 \text{ g/cm}^3$.
2. Dla bloczków gazobetonowych, ze względu gęstość na poziomie $0,6 \text{ g/cm}^3$ przyjęto, iż stanowią one 35% zastępczej grubości cegły pełnej o gęstości $1,6 \text{ g/cm}^3$ – zgodnie z punktem normy 2.5.1.3.

8. PODSUMOWANIE

Zgodnie z Ustawą z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe, wykonywanie działalności związanej z narażeniem, polegającej na:

- uruchamianiu i stosowaniu urządzeń wytwarzających promieniowanie jonizujące,
- uruchamianiu pracowni, w których mają być stosowane źródła promieniowania jonizującego, w tym pracowni rentgenowskich,

wymaga zezwolenia albo zgłoszenia w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej. Zezwolenie na uruchamianie i stosowanie aparatów rentgenowskich do celów diagnostyki medycznej, radiologii zabiegowej, radioterapii powierzchniowej i radioterapii schorzeń nienowotworowych oraz uruchamianie pracowni stosujących takie aparaty wydaje państwowy wojewódzki inspektor sanitarny.

Inspektor Ochrony Radiologicznej
GIS 3R/2015

Andrzej Lutał
.....
mgr inż. Andrzej Lutał