

Samodzielny Publiczny  
Zakład Opieki Zdrowotnej  
w Kępnie  
ul. Szpitalna 7  
63-600 Kępno

STAROSTWO POWIATOWE  
w KĘPNIE  
ul. Kościuszki  
63-600 KĘPNO  
tel. (0-62) 732-99-00

**DOKUMENTACJA TECHNICZNA**

**OBLICZANIE OSŁON STAŁYCH  
PRZED PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM DLA  
PRACOWNI Z TOMOGRAFEM KOMPUTEROWYM  
TOSHIBA AQUILION 4**

Sierpień 2010

## I. Część opisowa

### 1. Podstawa opracowania.

- Projekt budowlany;
- Polska Norma Obliczeniowa PN – 86/J-80001;
- **Ustawa z dnia 29 listopada 2000r. – Prawo atomowe** (Dz. U. 42, poz. 276 z dnia 14 lutego 2007 r.); Ustawa z dnia 11 kwietnia 2008 r. o zmianie ustawy – Prawo atomowe (Dz. U. z 2008 r. nr 93, poz. 583)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 23 lipca 2007 r.** w sprawie podstawowych wymagań dotyczących terenów kontrolowanych i nadzorowanych. (Dz. U. Nr 131, poz. 910)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 kwietnia 2004 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. Nr 220, poz. 1851);
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 r.** w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. Z 2002r. Nr 239, poz. 2029);
- **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 25 sierpnia 2005r.** w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych oraz sposobu wykonywania kontroli wewnętrznej nad przestrzeganiem tych warunków (Dz.U. 194 poz.1625).
- **Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006r.** w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanych w celach medycznych warunków bezpiecznego stosowania promieniowania (Dz.U. 180 poz. 1325).
- **Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 grudnia 2006r.** w sprawie nadzoru i kontroli w zakresie przestrzegania warunków ochrony radiologicznej w jednostkach organizacyjnych stosujących aparaty rentgenowskie do celów diagnostyki medycznej, radiologii zabiegowej, radioterapii, radioterapii powierzchniowej i radioterapii schorzeń nienowotworowych, (Dz.U. 1 poz.11)

## 1. Lokalizacja.

Pracownia tomografii komputerowej znajduje się w przyziemiu budynku Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Kępnie, ul. Szpitalna 7.

Powierzchnia pracowni wynosi 28.1 m<sup>2</sup> a wysokość 2.9 m.

Pod pracownią brak pomieszczeń – fundament budynku.

Pracownia rentgenowska sąsiaduje z:

AB – wolna przestrzeń;

BC – pracownia mammograficzna;

CD – korytarz, drzwi;

DA – sterownia, drzwi;

Strop – korytarz, hol;

Posadzka – brak pomieszczeń.

## 2. Wymagania dla pracowni.

2.1 Ustawienie aparatu w gabinecie rtg zapewni swobodny dostęp do pacjenta co najmniej z dwóch stron, a odległość ogniska lampy od najbliższej ściany wynosić będzie 1,5 metra przy pionowym kierunku wiązki promieniowania.

2.2 Konstrukcja ścian i stropów oraz okien i drzwi oraz zainstalowane urządzenia ochronne w pracowni rentgenowskiej powinny zabezpieczać osoby pracujące :

- w gabinecie rtg przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 6 mSv,
- w pomieszczeniach pracowni rtg poza gabinetem rtg przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 3 mSv,
- w pomieszczeniach poza pracownią rtg, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 0.5 mSv,
- w budynkach mieszkalnych – 0.1 mSv.

### 2.3 Wentylacja .

W pracowni tomografii komputerowej i pokoju technicznego (sterowni) zainstalowana będzie klimatyzacja zapewniająca min. 1,5 - krotną wymianę powietrza na godzinę.

### 2.3. Wyposażenie technologiczne.

Tomograf komputerowy Aquilion, w skład którego wchodzi:

- konsola operatorska (sterownie, monitory, klawiatura),
- gantry,
- stół pacjenta,
- tablica rozdzielcza,
- szafa generatora,



- strzykawka automatyczna.

STAROSTWO POWIATOWE  
W KĘPNIE  
ul. Kościuszki 5  
63-500 KĘPNO  
tel. (0 62) 782-59-00

#### **2.4 Wyposażenie dodatkowe pracowni rentgenowskiej.**

Pracownia rtg wyposażona będzie w:

- fartuchy ochronne z gumy ołowianej o równoważniku 0.5 mm Pb.

#### **2.5 Oznakowanie pomieszczeń.**

Drzwi do pracowni oznakowane będą tablicą informacyjną ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym zgodną ze wzorem określonym w załączniku nr 1 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 22 sierpnia 2006.

#### **2.6. Oświetlenie ostrzegawcze.**

Nad drzwiami prowadzącymi do pracowni rtg winna być zamontowana sygnalizacja świetlno-ostrzegawcze, która wskazywać będzie włączenie wyłącznika głównego na tablicy rozdzielczej.

#### **2.7. WC dla pacjentów i personelu oraz pokój socjalny personelu.**

WC dla pacjentów znajduje się na korytarzu, obok pracowni..

Toaleta oraz pokój socjalny dla personelu zlokalizowane są w sąsiedztwie pracowni.

#### **3.0. Obsługa aparatu rtg.**

Tomograf będzie obsługiwany ze sterowni.

Badania wykonywać będą lekarze, technicy rtg i pielęgniarki przeszkoleni w tym zakresie. Nadzór nad gabinetem z aparatem rtg sprawować będzie Inspektor Ochrony Radiologicznej.

Personel winien być objęty kontrolą dawek indywidualnych lub środowiska pracy oraz posiadać aktualne badania lekarskie.

#### **3.1. Struktura pracowni.**

W pracowni badaniom będą poddawani pacjenci szpitalni i ambulatoryjni.

Przewiduje się przyjmowanie około 10 pacjentów dziennie.

#### **4.0. Ciemnia**

Drukarka cyfrowa działająca w technologii suchej, służąca do sporządzenia obrazów diagnostycznych, znajdująca się w sąsiedniej pracowni.

Badania wydawane są pacjentom na płycie CD.

#### **5.0 Zalecenia bezpieczeństwa**

Tomograf komputerowy będzie sterowany zza szyby ołowianej ( okienko obserwacyjne o odpowiednim równoważniku ołowiu z zamontowaną szybą ołowianą o wym. 100x80 cm dolna krawędź na wys. 85 cm od poziomu podłogi) za pomocą zestawu komputerowego.

Aparat posiada zestaw wyłączników awaryjnych zabezpieczającymi przed ekspozycją awarią zasilania lub aparatu.

#### **6.0. Konstrukcja murów.**

Ściany pracowni wykonane są z cegły pełnej o grubości 420 mm i 500 mm, pokryte 15 mm tynkiem cementowo-wapiennym; strop typu Kleina o grubości 350 mm oraz 100 mm betonu.

Ściany, drzwi oraz okienko obserwacyjne zostaną zabezpieczone wg zestawienia podanego na końcu opracowania.

#### **7.0 Dane techniczne aparatu.**

- Napięcie na lampie: 80 kV - 135 kV;
- Natężenie prądu na lampie 80 - 500 mA
- Filtracja całkowita: 1.5 mm Al.
- Średni czas 1 skanu – 1 s

Tomograf posiada testy akceptacyjne wykonane przez firmę posiadającą uprawnienia na wykonywanie testów.

## II. Część obliczeniowa

### 1. Obliczanie grubości osłon. 1.1. Dane i wzory stosowane do obliczeń.

Obliczenia wykonano w oparciu o normę PN-86/J-80001.

Grubość osłon określono na podstawie zawartych tam tabel i wykresów posługując się następującymi wzorami:

#### 1.1.1. Dawka tygodniowa przyjmowana do obliczeń.

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20, poz.168) do obliczeń przyjęto następujące wartości dawek:

- Dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące w gabinecie rtg:

$$6 \text{ mSv/rok} - 0.522 \text{ cGy/rok} - 0.01044 \text{ cGy/tydz.} = 104.4 \text{ } \mu\text{Gy/tydz.}$$

- W pracowni rtg poza gabinetem rtg:

$$3 \text{ mSv/rok} - 0.261 \text{ cGy/rok} - 0.00522 \text{ cGy/tydz.} = 52.2 \text{ } \mu\text{Gy/tydz.}$$

Dla osób z ogółu ludności :

$$0.5 \text{ mSv/rok} - 0.0435 \text{ cGy/rok} - 0.87 \times 10^{-3} \text{ cGy/tydz} = 8.7 \text{ } \mu\text{Gy/tydz.}$$

- Dla budynków mieszkalnych:

$$0.1 \text{ mSv/rok} - 0.0087 \text{ cGy/rok.} - 0.000174 \text{ cGy/tydz} - 1.74 \text{ } \mu\text{Gy/tydz..}$$

#### 1.1.2. Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia.

w którym:

$$t = T * U * t_0$$

T- współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu;

U- współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczonej osłony;

t<sub>0</sub>- maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jednej zmianie, s, min lub h.

Jeżeli nie udokumentowano innych wartości należy przyjmować:

T=1 – dla miejsc stałego przebywania ludzi (miejsca ciągłej pracy, pomieszczenia mieszkalne, miejsca przeznaczone dla dzieci);



$T=0.25$  – dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi (np. korytarze, WC, stołówki itp.);

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

$U=1$  – dla podłóg;

$U=1$  – dla ścian i sufitów jeżeli przewiduje się ich napromieniowanie wiązką główną przy pracach rutynowych;

$U=0.25$  - dla ścian nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych;

$U=0.05$  - dla sufitów nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych;

Dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym  $U=1$

### 1.1.3. Osłony przed promieniowaniem pierwotnym

Krotność ( $k$ ) osłabienia promieniowania przez osłonę.

$$K = \frac{D * I * t}{D * l^2} * y$$

W którym:

$D$  – moc dawki wg PN-86/J-80001 pkt. 2.5.1.1. w odległości 1m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1mA, ( $cGy * min^{-1} * m^2 * mA^{-1}$ );

$I$  – nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej (mA);

$t$  - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym ;wyznaczony zgodnie z 1.1.2. w (min).;

$D$ - dawka tygodniowa określona zgodnie z 1.1.1. w (cGy);

$l$ - najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, (m);

$y$ - współczynnik zgodny z PN-86/J-80001 pkt 2.4.

### 1.1.4. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym.

Zredukowana moc dawki

$$C_1 = \frac{D * l^2}{t * I}$$

w którym:

3) Dla sporadycznego przebywania osób:

$$T=0.05 \quad U=1;$$

$$t = 0.05 \cdot 1 \cdot 1000 \text{ s} = 50 \text{ s} = 0.014 \text{ h};$$

STANOWISKO PRACOWNICZE  
WYKONANIE  
W. Kosciuszki 5  
63-000 KEPNO  
tel. (0-62) 752-89-00

### 1.2.2. Obliczanie osłon stałych przed promieniowaniem rozproszonym

**ŚCIANA AB (wolna przestrzeń)**

$$D = 8.7 \mu\text{Gy}/\text{tydz.}$$

$$l = 3.4 \text{ m}$$

$$t = 0.014 \text{ h}$$

$$I = 200 \text{ mA}$$

$$T = 0.05$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 \cdot (3.4)^2}{0.014 \cdot 200} = 35.92 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.1.2. oraz rys.1 i 2 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 0.8 mm Pb, co odpowiada 80 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho = 1.9 \text{ g cm}^{-3}$ .

**ŚCIANA BC (pracownia mammograficzna)**

$$D = 8.7 \mu\text{Gy}/\text{tydz.}$$

$$l = 2.0 \text{ m}$$

$$t = 0.278 \text{ h}$$

$$I = 200 \text{ mA}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 \cdot (2.0)^2}{0.278 \cdot 200} = 0.63 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.1.2. oraz rys.1 i 2 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi < 4 mm Pb, co odpowiada < 370 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho = 1.9 \text{ g cm}^{-3}$  (tab.8).

**ŚCIANA CD (korytarz, drzwi)**

$$D = 8.7 \mu\text{Gy}/\text{tydz.}$$

$$l = 2.2 \text{ m}$$

$$t = 0.069 \text{ h}$$

$$I = 200 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$



$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 \cdot (2.2)^2}{0.069 \cdot 200} = 3.05 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

STAROSTWO POWIATOWE  
WYKĘPNIE  
ul. Kościuski 5  
63-800 KĘPNO  
tel. (0-62) 782-89-00

Zgodnie z pkt. 2.5.1.2. oraz rys.1 i 2 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 2.0 mm Pb, co odpowiada 200 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$

### ŚCIANA DE (sterownia, drzwi)

$$D = 52.2 \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 3.7 \text{ m}$$

$$t = 0.333 \text{ h}$$

$$I = 200 \text{ mA}$$

$$T = 1$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{52.2 \cdot (3.7)^2}{0.278 \cdot 200} = 12.85 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.1.2. oraz rys.1 i 2 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi < 2 mm Pb (ok. 1.5 mm Pb), co odpowiada < 200 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$

### STROP (korytarz, hol)

$$D = 8.7 \mu\text{Gy/tydz.}$$

$$l = 2.0 \text{ m}$$

$$t = 0.069 \text{ h}$$

$$I = 200 \text{ mA}$$

$$T = 0.25$$

$$U = 1$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} = \frac{8.7 \cdot (2.0)^2}{0.069 \cdot 200} = 2.52 \mu\text{Gyh}^{-1}\text{m}^2\text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z pkt. 2.5.1.2. oraz rys.1 i 2 PN-86/J-80001 grubość wymaganej osłony wynosi 2.0 mm Pb, co odpowiada 200 mm cegły pełnej o gęstości  $\rho=1.9 \text{ g cm}^{-3}$  co odpowiada 160 mm betonu o gęstości  $\rho=2.1-2.2 \text{ g cm}^{-3}$ .

### POSADZKA (brak pomieszczeń)