

OBIEKT: PRACOWNIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ
Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej
38-500 Sanok, ul. 800-lecia 26.

TEMAT: PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ
Obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem rentgenowskim
zgodnie z normą PN-86/J-80001 „Obliczanie osłon stałych”.

Rzeszów, marzec 2005 r.

marzec 2005r.	PRACOWNIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej 38-500 Sanok, ul. 800-lecia 26.	Egzemplarz nr: 1 strona/stron 1/20
---------------	--	--

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 tomografu komputerowego. Pracownia tomografii komputerowej z zamontowanym czterorzędowym aparatem TK firmy SIEMENS, typu Somatom Volume Zoom, zlokalizowana będzie w adaptowanych pomieszczeniach Samodzielnego Publicznego Zespołu Opieki Zdrowotnej w Sanoku przy ulicy 800-lecia 26.

Projekt ochrony radiologicznej został opracowany na podstawie:

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

2. Podstawa prawna.

Dokumentację opracowano na podstawie:

- Ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. z 2004 r. Nr 161, poz. 1689),
- Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20 z 2005r. poz. 168),
- Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 24 grudnia 2002 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych oraz sposobu wykonywania kontroli wewnętrznej nad przestrzeganiem tych warunków (Dz. U. z 2002r. Nr 241 poz. 2098)
- Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanymi w celach medycznych. (Dz. U. z 2003r. Nr 173, poz. 1681),

marzec 2005r.	PRACOWNIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej 38-500 Sanok, ul. 800-lecia 26.	Egzemplarz nr: 1 strona/stron 2/20
---------------	--	--

- PN-86/J-80001 Materiały i sprzęt ochronny przed promieniotworem X i gamma;
„Obliczanie osłon stałych”.

3. Opis warunków i wymagań wynikających z przepisów prawnych.

3.1 Lokalizacja

Pracownia Tomografii Komputerowej zlokalizowana zostanie na niepodpiwniczonym parterze budynku Samodzielnego Publicznego Zespołu Opieki Zdrowotnej w Sanoku przy ulicy 800-lecia 26 Wysokość kondygnacji wynosi 310 cm w świetle, co spełnia wymogi § 4 ust. 1 Dz. U. Nr 173 poz. 1681 z 2003r. Powierzchnia gabinetu z zamontowanym tomografem komputerowym jest równa 27,4 m² (bez sterowni i pomieszczeń do- datkowych), spełniając wymagania § 5 Dz. U. Nr 173 poz. 1681 z 2003r.

3.2 Opis pomieszczeń oraz istniejących osłon stałych

Pomieszczenie gabinetu, w którym zamontowany zostanie tomograf komputerowy są- siaduje:

- ze sterownią TK – ściana, w której znajdują się drzwi oraz okno przeglądowe zbu- dowana z cegły pełnej o grubości 55 cm,
- z pomieszczeniem komunikacji wewnętrznej – ściana, w której znajdują się drzwi zbudowana z cegły pełnej o grubości 55 cm,
- z korytarzem – ściana, w której znajdują się drzwi zbudowana z cegły pełnej o gru- bości 70 cm,
- z centralą klimatyzacji – ściana zbudowana z cegły pełnej o grubości 55 cm (otwór po istniejących drzwiach zamurowany cegłą pełną o grubości 55 cm)
- z pomieszczeniem agregatów – ściana zbudowana z cegły pełnej o grubości 55 cm (otwór po istniejących drzwiach zamurowany cegłą pełną o grubości 30 cm),
- z terenem zewnętrznym – ściana zbudowana z cegły pełnej o grubości 70 cm,
- z salami chorych oddziału wewnętrznego znajdującymi się powyżej gabinetu TK - strop zbudowany z żelbetonu o grubości 40 cm.

marzec 2005r.	PRACOWNIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej 38-500 Sanok, ul. 800-lecia 26.	Egzemplarz nr: 1 strona/stron 3/20
---------------	--	--

Na rysunkach nr 1 przedstawiono rozkład istotnych z punktu widzenia ochrony radiologicznej pomieszczeń, przyjęte do obliczeń oznaczenia oraz odległości charakteryzujące usytuowanie źródła promieniowania X.

3.3 System wentylacji

Planowany system mechanicznej wentylacji nawiewno-wywiewnej z klimatyzacją zapewniac będzie przynajmniej czterokrotną wymianę powietrza na godzinę w gabinecie TK – spełnia wymagania § 8 Dz. U. Nr 173 poz. 1681 z 2003 r.

3.4 Znaki ostrzegawcze.

Na drzwiach do Pracowni Tomografii Komputerowej należy umieścić tablicę ze znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym zgodną ze wzorem zamieszczonym w załączniku nr 1 do Rozporządzenia Ministra Zdrowia Dz. U. Nr 173 poz. 1681 z 2003r.

Gabinet TK należy wyposażyc w ostrzegawczą sygnalizację świetlną umieszczoną nad drzwiami do gabinetu, włączaną równocześnie z zasilaniem generatora (§ 10 Dz. U. z 2003r. Nr 173 poz. 1681).

3.5 Ochrona pacjenta

W trakcie wykonywania badań należy stosować osłony osobiste dla pacjentów zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 24.12.2002 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych oraz sposobu wykonywania kontroli wewnętrznej nad przestrzeganiem tych warunków (Dz. U. z 2002r. Nr 241 poz. 2098).

W widocznym dla pacjentów miejscu umieścić informację o konieczności powiadomienia przez pacjentkę personelu medycznego o ciąży, przed wykonaniem badania tomograficznego.

marzec 2005r.		PRACOWNIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej 38-500 Sanok, ul. 800-lecia 26.
Egzemplarz nr: 1	strona/stron 4/20	

5. Założenia do obliczeń

5.1 Czas pracy:

Czas przeznaczony na przeprowadzenie jednego badania, łącznie z czynnościami przygotowawczymi wynosi ok. 50 minut. W ciągu jednej zmiany roboczej trwającej 8 godzin pozwala to na wykonanie badań u 10 pacjentów. W ciągu 5 dni w tygodniu oraz przy maksymalnym czasie trwania ekspozycji rtg przy pojedynczym badaniu równym 30 sekund, tygodniowy czas pracy lampy rtg wynosi:

$t_0=10 \text{ pacjentów} \cdot 5 \text{ dni} \cdot 30 \text{ s} = 1500 \text{ s} = 25 \text{ min} = 0.42 \text{ godz.}$

5.2 Dawki graniczne

Zgodnie z obowiązującymi przepisami roczne dawki graniczne wynoszą:

- a) dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące: $D = 6 \div 20 \text{ mSv}$ (kategoria A),
- b) dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące: $D = 1 \div 6 \text{ mSv}$ (kategoria B),
- c) dla ogółu ludności 1 mSv,
- d) dla ścian zewnętrznych i stropów pracowni rentgenowskich dawka skuteczna dla osób z ogółu ludności w ciągu kolejnych 12 miesięcy nie może przekroczyć 0.1 mSv.

Przy wykonywaniu obliczeń przyjęto roczne limity dla osób pracujących w narażeniu na promieniowanie jonizujące, na poziomie dawki 0.012 cGy/tydzień, zaś dla ogółu ludno-ści 0.002 cGy/tydzień oraz 0.0002 cGy/tydzień.

W przypadku obliczeń zredukowanej mocy dawki promieniowania rozproszonego przez tkankę albo ściany i stropy przyjmuje się, że dawka od każdego z nich nie może prze-kroczyć 50% wartości dawki przyjmowanej do obliczeń tj. $D=0.0104 \text{ cGy/tydzień}$ albo $D=0.00174 \text{ cGy/tydzień}$, albo $0.000174 \text{ cGy/tydzień}$.

marzec 2005r.		PRACOWNIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ PROJEKT OCHRONY RADIOLÓGICZNEJ Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej 38-500 Sanok, ul. 800-lecia 26.
Egzemplarz nr: 1	strona/stron 5/20	

5.3 Parametry lampy RTG typu DURA 202 MV

Do obliczeń przyjęto następujące wartości:

napiecie lampy: 140 kV
 prad anodowy: 500 mA

6. Obliczenia oslon

6.1 Stosowane wzory:

W czasie pracy tomografu komputerowego do ścian (oslon stałych) dociera promienio-
 wanie rozproszone od tkanki pacjenta oraz rozproszone przez ściany i stropy gabinetu.
 Należy również uwzględnić promieniowanie uboczne lampy rtg.
 Obliczenia wykonano na podstawie normy PN-86/J-80001 „Obliczanie oslon stałych”.
 Wymagane grubości oslon określono na podstawie zawartych tam tabel i wykresów,
 postępując się poniższymi wzorami:

a) obliczając osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez tkankę pacjenta nale-
 ży wyznaczyć zredukowaną moc dawki (C₁) zgodnie ze wzorem:

$$C_1 = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I} \left[cGy \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \right]$$

gdzie:

- D - przyjęta dawka tygodniowa w świetle aktualnie obowiązujących przepisów
 prawnych [cGy] (przeliczona na dawkę ekspozycyjną)
- I - najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca
 osłanianego w ustalonych warunkach pracy [m]
- t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia [godz]
- $t = T \cdot U \cdot t_0$
- T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym
 miejscu
- U - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki
 promieniowania w kierunku obliczanej osłony

b) obliczając osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez ściany i stropy gabi-
netu należy wyznaczyć zredukowaną moc dawki (C₂) zgodnie ze wzorem:

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot y \cdot s} [cGy \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}]$$

D - przyjęta dopuszczalna dawka tygodniowa w świetle aktualnie obowiązujących
przepisów prawnych [cGy]

l - najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca
ostanianego w ustalonych warunkach pracy [m]

f - odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od ogniska lampy rtg [m]
t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia [godz]

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

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym
miejscu

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

t₀ - maksymalny czas pracy źródła promieniowania tygodniowo na jednej zmianie[godz]
I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg [mA]

y - współczynnik osłabienia promieniowania w ośrodku

s - rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego, na którą pada promieniowanie, na
płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiązki pierwotnej promieniowania

w odległości f [m²]

c) obliczając dawkę promieniowania ubocznego (D_u) zgodnie ze wzorem:

$$D_u = D_n \cdot t [cGy]$$

•
D_u - moc dawki promieniowania ubocznego wyznaczona wg punktu 2.5.4.2 normy
[cGy · h⁻¹]

t - czas narażenia na promieniowania w ciągu tygodnia [godz]

6.2 Obliczenia

6.2.1 Ściana sąsiadująca ze sterownią.

a) promieniowanie rozproszone przez tkankę pacjenta

$$I = 500 \text{ mA}$$

$$t_0 = 0.42 \text{ godz.}$$

$$D = 0.5 \cdot 0.0104 \text{ cGy} = 5.2 \cdot 10^{-3} \text{ cGy}$$

$$T = 1$$

$$l = 4.0 \text{ m}$$

$$G_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot T \cdot I} = \frac{5.2 \cdot 10^{-3} \cdot 4.0^2}{0.42 \cdot 1 \cdot 500} = 3.9 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy, po ekstrakcji dla napięcia 140 kV, przyjmuje się, że grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 1.8 mm.

b) promieniowanie rozproszone przez ściany (stropy) gabinetu TK

$$D = 0.5 \cdot 0.0104 \text{ cGy} = 5.2 \cdot 10^{-3} \text{ cGy}$$

$$T = 1$$

$$l = 4.0 \text{ m}$$

$$f = 1.8 \text{ m}$$

$$s = 0.1 \text{ m}^2$$

$y = 0.21$ – współczynnik osłabienia w tkance pacjenta zgodnie z pkt. 2.4 normy

$$G_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot T \cdot I \cdot y \cdot s} = \frac{5.2 \cdot 10^{-3} \cdot 4.0^2 \cdot 1.8^2}{0.42 \cdot 1 \cdot 500 \cdot 0.21 \cdot 0.1} = 611 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.3.2 normy, należy przyjąć, że grubość wymaganej osłony wynosi 0.25 mm Pb.

marzec 2005r.	PRACOWNIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej 38-500 Sanok, ul. 800-lecia 26.	Egzemplarz nr: 1
		strona/stron 7/20

marzec 2005r.	
PRACOWNIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej 38-500 Sanok, ul. 800-lecia 26.	
Egzemplarz nr: 1	strona/stron 8/20

c) promieniowanie uboczne

• $D_u=0.8 \text{ mGy/h}$ (w odległości 1 m od ogniska lampy) – na podstawie danych producenta wartość mniejsza od 1.0 mGy/h – określona w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanymi w celach medycznych. (Dz. U. z 2003r. Nr 173, poz. 1681)

$$t_0=0.42 \text{ godz.}$$

$$T=1$$

• D_u – w odległości 4 metrów wynosi:

$$D_u = \frac{0.8}{4.0 \cdot 4.0} = 0.05 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1}$$

więc:

$$D_u=0.05 \cdot 0.42=0.021 \text{ mGy}$$

ze względu na osłabienie przez ołów o grubości 1.8 mm równe 2000 razy, dawka za osłoną wyniesie:

$$\frac{D_u}{k} = \frac{0.021}{2000} = 0.011 \mu\text{Gy}$$

Dawka ta jest mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Rady Mini-
strów z dnia 18 stycznia 2005r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizują-
cego (Dz. U. Nr 20 z 2005r. poz. 168).

6.2.2 Ściana sąsiadująca z pomieszczeniem komunikacji wewnętrznej.

a) promieniowanie rozproszone przez tkankę pacjenta

$$I = 500 \text{ mA}$$

$$t_0=0.42 \text{ godz.}$$

$$D=0.5 \cdot 0.00174 \text{ cGy} = 8.7 \cdot 10^{-4} \text{ cGy}$$

$$T=0.25$$

$$l = 4.7 \text{ m}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot T \cdot I} = \frac{8.7 \cdot 10^{-4} \cdot 4.7^2}{0.42 \cdot 0.25 \cdot 500} = 3.66 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy, po ekstrapolacji dla napięcia 140 kV, przyjmuje się, że grubość wymaganej osłony z ołowiu wynosi 1.8 mm.

b) promieniowanie rozproszone przez ściany (stropy) gabinetu TK

$$D=0.5 \cdot 0.00174 \text{ cGy} = 8.7 \cdot 10^{-4} \text{ cGy}$$

$$T=0.25$$

$$l = 4.7 \text{ m}$$

$$f = 1.8 \text{ m}$$

$$s=0.1 \text{ m}^2$$

$$y=0.21$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot T \cdot I \cdot y \cdot s} = \frac{8.7 \cdot 10^{-4} \cdot 4.7^2 \cdot 1.8^2}{0.42 \cdot 0.25 \cdot 500 \cdot 0.21 \cdot 0.1} = 564 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.3.2 normy, należy przyjąć, że grubość wymaganej osłony wynosi si 0.3 mm Pb.

c) promieniowanie uboczne

$$D_u=0.8 \text{ mGy/h (w odległości 1 m od ogniska lampy)}$$

$$t_0=0.42 \text{ godz.}$$

$$T=0.25$$

$$D_u - \text{w odległości 4.7 metrów wynosi:}$$

$$D_u = \frac{0.8}{4.7 \cdot 4.7} = 0.036 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1}$$

więc:

D_u=0.036 • 0.42 • 0.25 =0.0038 mGy

ze względu na osłabienie przez ołów o grubości 1.8 mm równe 2000 razy, dawka za osłoną wyniesie:

D_u = $\frac{k}{0.0038}$ = $\frac{2000}{0.0019}$ μGy

Dawka ta jest mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Rady Mini-
strów z dnia 18 stycznia 2005r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizują-
cego (Dz. U. Nr 20 z 2005r. poz. 168).

6.2.3 Ściana sąsiadująca z korytarzem.

a) promieniowanie rozproszone przez tkankę pacjenta

I = 500 mA

t₀ = 0.42 godz.

D = 0.5 • 0.00174 cGy = 8.7 • 10⁻⁴ cGy

T = 0.25

l = 4.2 m

C₁ = $\frac{D \cdot l^2}{t \cdot T \cdot I}$ = $\frac{8.7 \cdot 10^{-4} \cdot 4.2^2}{0.42 \cdot 0.25 \cdot 500}$ = 2.92 μGy • h⁻¹ • m² • mA⁻¹

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy, po ekstrapolacji dla napięcia 140 kV przyjmuje się,
że grubość wymaganej osłony jest równa 1.9 mm Pb.

b) promieniowanie rozproszone przez ściany (stropy) gabinetu TK

D = 0.5 • 0.00174 cGy = 8.7 • 10⁻⁴ cGy

T = 0.25

l = 4.2 m

$$f = 1.8\text{ m}$$

$$s=0.1\text{ m}^2$$

$$y=0.21$$

$$C_2 = \frac{D \cdot I^2 \cdot f^2}{t \cdot T \cdot I \cdot y \cdot s} = \frac{8.7 \cdot 10^{-4} \cdot 4.2^2 \cdot 1.8^2}{0.42 \cdot 0.25 \cdot 500 \cdot 0.21 \cdot 0.1} = 451 \mu Gy \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.3.2 normy, należy przyjąć, że grubość wymaganej osłony wyno-
si 0.4 mm Pb.

c) promieniowanie uboczne

$$D_u=0.8\text{ mGy/h (w odległości 1 m od ogniska lampy)}$$

$$t_0=0.42\text{ godz.}$$

$$T=0.25$$

$$D_u - \text{w odległości 4.2 metrów wynosi:}$$

$$D_u = \frac{0.8}{4.2 \cdot 4.2} = 0.045 mGy \cdot h^{-1}$$

więc:

$$D_u=0.045 \cdot 0.42 \cdot 0.25 = 0.0047\text{ mGy}$$

ze względu na osłabienie przez ołów o grubości 1.9 mm równe 2100 razy, dawka za
osłoną wyniesie:

$$\frac{D_u}{k} = \frac{0.0047}{2100} = 0.0022 \mu Gy$$

Dawka ta jest mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Rady Mini-
strów z dnia 18 stycznia 2005r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizują-
cego (Dz. U. Nr 20 z 2005r. poz. 168).

6.2.4 Ściana sąsiadująca z centralą klimatyzacji.

a) promieniowanie rozproszone przez tkankę pacjenta

$$I = 500 \text{ mA}$$

$$t_0 = 0.42 \text{ godz.}$$

$$D = 0.5 \cdot 0.00174 \text{ cGy} = 8.7 \cdot 10^{-4} \text{ cGy}$$

$$T = 0.05$$

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

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot T \cdot I} = \frac{8.7 \cdot 10^{-4} \cdot 2.0^2}{0.42 \cdot 0.05 \cdot 500} = 3.31 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy, po ekstrakcji dla napięcia 140 kV przyjmuje się, że grubość wymaganej osłony jest równa 1.9 mm Pb.

b) promieniowanie rozproszone przez ściany (stropy) gabinetu TK

$$D = 0.5 \cdot 0.00174 \text{ cGy} = 8.7 \cdot 10^{-4} \text{ cGy}$$

$$T = 0.05$$

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

$$f = 1.8 \text{ m}$$

$$s = 0.1 \text{ m}^2$$

$$y = 0.21$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot T \cdot I \cdot y \cdot s} = \frac{8.7 \cdot 10^{-4} \cdot 2.0^2 \cdot 1.8^2}{0.42 \cdot 0.05 \cdot 500 \cdot 0.21 \cdot 0.1} = 511 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.3.2 normy, należy przyjąć, że grubość wymaganej osłony wyno- si 0.32 mm Pb.

c) promieniowanie uboczne

$$D_u = 0.8 \text{ mGy/h (w odległości 1 m od ogniska lampy)}$$

$$t_0=0.42\text{ godz.}$$

$$T=0.05$$

• D_u – w odległości 2.0 metrów wynosi:

$$D_u=\frac{0.8}{2.0\cdot 2.0}=0.2mGy\cdot h^{-1}$$

wieć:

$$D_u=0.2\cdot 0.42\cdot 0.05=0.0042\text{ mGy}$$

ze względu na osłabienie przez cegłę o grubości 55 cm równe 100000 razy, dawka za osłoną wyniesie:

$$D_u=\frac{k}{0.0042}=0.000042\mu Gy$$

Dawka ta jest mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Rady Mini-
strów z dnia 18 stycznia 2005r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizują-
cego (Dz. U. Nr 20 z 2005r. poz. 168).

6.2.5 Ściana sąsiadująca z pomieszczeniem agregatów.

a) promieniowanie rozproszone przez tkankę pacjenta

$$I=500\text{ mA}$$

$$t_0=0.42\text{ godz.}$$

$$D=0.5\cdot 0.00174\text{ cGy}=8.7\cdot 10^{-4}\text{ cGy}$$

$$T=0.05$$

$$l=1.8\text{ m}$$

$$G_1=\frac{D\cdot l^2}{t\cdot T\cdot I}=\frac{8.7\cdot 10^{-4}\cdot 1.8^2}{0.42\cdot 0.05\cdot 500}=2.68\mu Gy\cdot h^{-1}\cdot m^2\cdot mA^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy, po ekstrapolacji dla napięcia 140 kV przyjmuje się, że grubość wymaganej osłony jest równa 2.0 mm Pb.

b) promieniowanie rozproszone przez ściany (stropy) gabinetu TK

$$D=0.5 \cdot 0.00174 \text{ cGy} = 8.7 \cdot 10^{-4} \text{ cGy}$$

$$T=0.05$$

$$l = 1.8 \text{ m}$$

$$f = 1.8 \text{ m}$$

$$s=0.1 \text{ m}^2$$

$$y=0.21$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{8.7 \cdot 10^{-4} \cdot 1.8^2 \cdot 1.8^2} = \frac{0.42 \cdot 0.05 \cdot 500 \cdot 0.21 \cdot 0.1}{0.42 \cdot 0.05 \cdot 500 \cdot 0.21 \cdot 0.1} = 414 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.3.2 normy, należy przyjąć, że grubość wymaganej osłony wyno-
si 0.46 mm Pb.

c) promieniowanie uboczne

$$D_u=0.8 \text{ mGy/h (w odległości 1 m od ogniska lampy)}$$

$$t_0=0.42 \text{ godz.}$$

$$T=0.05$$

$$D_u - \text{w odległości 1.8 metra wynosi:}$$

$$D_u = \frac{0.8}{1.8} = 0.25 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1}$$

więc:

$$D_u=0.25 \cdot 0.42 \cdot 0.05 = 0.0053 \text{ mGy}$$

ze względu na osłabienie przez cegłę o grubości 30 cm równe 11000 razy, dawka za
osłoną wyniesie:

$$\frac{D_u}{k} = \frac{0.0053}{11000} = 0.00048 \mu\text{Gy}$$

marzec 2005r.	PRACOWNIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ PROJEKT OCHRONY RADIOLÓGICZNEJ Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej 38-500 Sanok, ul. 800-lecia 26.	Egzemplarz nr: 1 strona/stron 15/20

Dawka ta jest mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Rady Mini-
 strów z dnia 18 stycznia 2005r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizują-
 cego (Dz. U. Nr 20 z 2005r. poz. 168).

6.2.6 Ściana zewnętrzna.

a) promieniowanie rozproszone przez tkankę pacjenta

$$I = 500 \text{ mA}$$

$$t_0 = 0.42 \text{ godz.}$$

$$D = 0.5 \cdot 0.000174 \text{ cGy} = 8.7 \cdot 10^{-5} \text{ cGy}$$

$$T = 0.05$$

$$l = 1.8 \text{ m}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot T \cdot I} = \frac{8.7 \cdot 10^{-5} \cdot 1.8^2}{0.42 \cdot 0.05 \cdot 500} = 0.27 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy, po ekstrakcji dla napięcia 140 kV przyjmuje się,
 że grubość wymaganej osłony jest równa 3.2 mm Pb.

b) promieniowanie rozproszone przez ściany (stropy) gabinetu TK

$$D = 0.5 \cdot 0.00174 \text{ cGy} = 8.7 \cdot 10^{-5} \text{ cGy}$$

$$T = 0.05$$

$$l = 1.8 \text{ m}$$

$$f = 1.8 \text{ m}$$

$$s = 0.1 \text{ m}^2$$

$$y = 0.21$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot T \cdot I \cdot y \cdot s} = \frac{8.7 \cdot 10^{-5} \cdot 1.8^2 \cdot 1.8^2}{0.42 \cdot 0.05 \cdot 500 \cdot 0.21 \cdot 0.1} = 41 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.3.2 normy, należy przyjąć, że grubość wymaganej osłony wyno-
 si 1.3 mm Pb.

marzec 2005r.	PRACOWNIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ PROJEKT OCHRONY RADIOLÓGICZNEJ Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej 38-500 Sanok, ul. 800-lecia 26.	Egzemplarz nr: 1 strona/stron 16/20
---------------	--	---

c) promieniowanie uboczne

$$D_u = 0.8 \text{ mGy/h (w odległości 1 m od ogniska lampy)}$$

$$t_0 = 0.42 \text{ godz.}$$

$$T = 0.05$$

$$D_u - \text{w odległości 1.8 metra wynosi:}$$

$$D_u = \frac{0.8}{1.8} = 0.25 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1}$$

więc:

$$D_u = 0.25 \cdot 0.42 \cdot 0.05 = 0.0053 \text{ mGy}$$

ze względu na osłabienie przez cegłę o grubości 70 cm równe minimum 100000 razy, dawka za osłoną wyniesie:

$$\frac{D_u}{k} = \frac{0.0053}{100000} = 0.000053 \mu\text{Gy}$$

Dawka ta jest mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Rady Mini-
 strów z dnia 18 stycznia 2005r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizują-
 cego (Dz. U. Nr 20 z 2005r. poz. 168).

6.2.7 Strój górny

a) promieniowanie rozproszone przez tkankę pacjenta

$$I = 500 \text{ mA}$$

$$t_0 = 0.42 \text{ godz.}$$

$$D = 0.5 \cdot 0.000174 \text{ cGy} = 8.7 \cdot 10^{-5} \text{ cGy}$$

$$T = 1$$

$$l = 2.6 \text{ m}$$

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot T \cdot I} = \frac{8.7 \cdot 10^{-5} \cdot 2.6^2}{0.42 \cdot 1 \cdot 500} = 0.03 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

marzec 2005r.	PRACOWNIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej 38-500 Sanok, ul. 800-lecia 26.	Egzemplarz nr: 1 strona/stron 17/20
---------------	---	---

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy, po ekstrakcji dla napięcia 140 kV przyjmuje się grubość wymaganej osłony wynosi 3.9 mm Pb.

b) promieniowanie rozproszone przez ściany (stropy) gabinetu TK

$$D=0.5 \cdot 0.00174 \text{ cGy} = 8.7 \cdot 10^{-5} \text{ cGy}$$

$$T=1$$

$$l = 2.6 \text{ m}$$

$$f = 1.8 \text{ m}$$

$$s=0.1 \text{ m}^2$$

$$y=0.21$$

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{8.7 \cdot 10^{-5} \cdot 2.6^2 \cdot 1.8^2} = \frac{0.42 \cdot 1.500 \cdot 0.21 \cdot 0.1}{4.4 \mu\text{Gy} \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}} = 4.4 \mu\text{Gy} \cdot h^{-1} \cdot m^2 \cdot mA^{-1}$$

Zgodnie z punktem 2.5.3.2 normy, należy przyjąć, że grubość wymaganej osłony wyno- si 2.2 mm Pb.

c) promieniowanie uboczne

$$D_u=0.8 \text{ mGy/h (w odległości 1 m od ogniska lampy)}$$

$$t_0=0.42 \text{ godz.}$$

$$T=1$$

$$D_u - \text{w odległości 2.6 metra wynosi:}$$

$$D_u = \frac{0.8}{2.6 \cdot 2.6} = 0.12 \text{ mGy} \cdot h^{-1}$$

więc:

$$D_u=0.12 \cdot 0.42 = 0.051 \text{ mGy}$$

ze względu na osłabienie przez żelbeton o grubości 40 cm równe minimum 100000 ra- zy, dawka za osłoną wynosi:

$$D''_n = \frac{k}{0.051} = 0.00051 \mu Gy$$

Dawka ta jest mniejsza od 10% dawki wyznaczonej przez Rozporządzenie Rady Mini-
 strów z dnia 18 stycznia 2005r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizują-
 cego (Dz. U. Nr 20 z 2005r. poz. 168).

7. Ostony stałe przed rozproszonym promieniowaniem rentgenowskim.

7.1 Promieniowanie uboczne

Ponieważ obliczone dawki tygodniowe promieniowania ubocznego za istniejącymi osto-
 nami są znacznie mniejsze od 10% dawki określonej zgodnie z 2.2 normy, to grubość
 istniejących oston nie ulega zmianie.

7.2 Grubości oston przed promieniowaniem rozproszonym z materiałów róż-
 nych od ołowiu.

- Cegła pełna o grubości 100 mm zgodnie z tablicą 10 normy PN-86/J-80001 stanowi równoważność 1.0 mm ołowiu.
- Beton o grubości 100 mm zgodnie z tablicą 10 normy PN-86/J-80001 stanowi rów-
 noważność 1.3 mm ołowiu.

7.3 Zestawienie oston.

Ściana sąsiadująca ze sterownią		
Istniejąca ostona	Obliczona grubość ołowiu [mm]	Wymagania
- cegła pełna o grubości 550 mm	1.8	- ściana nie wymaga dodatkowych za- bezpieczeń.
- drzwi		- drzwi wraz z ramą zabezpieczyć blachą ołowianą o grubości 2 mm.
- okno przeglądowe		- okno do sterowni ze szkła ołowiowego o równoważniku 2 mm.

Ściana sąsiadująca z pomieszczeniem komunikacji		
Istniejąca ośłona	Obliczona grubość ołowiu [mm]	Wymagania
- cegła pełna o grubości 550 mm	1.8	- ściana nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń. - drzwi wraz z ramą zabezpieczyć blachą ołowianą o grubości 2 mm.
Ściana sąsiadująca z korytarzem		
Istniejąca ośłona	Obliczona grubość ołowiu [mm]	Wymagania
- cegła pełna o grubości 700 mm	1.9	- ściana nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń. - drzwi wraz z ramą zabezpieczyć blachą ołowianą o grubości 2 mm.
Ściana sąsiadująca z centralą klimatyzacji		
Istniejąca ośłona	Obliczona grubość ołowiu [mm]	Wymagania
- cegła pełna o grubości 550 mm	1.9	- ściana nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń. - drzwi zamurować cegłą pełną o grubości 500 mm.
Ściana sąsiadująca z pomieszczeniem agregatów		
Istniejąca ośłona	Obliczona grubość ołowiu [mm]	Wymagania
- cegła pełna o grubości 550 mm	2.0	- ściana nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń. - drzwi zamurować cegłą pełną o grubości minimum 300 mm.
Ściana zewnętrzna		
Istniejąca ośłona	Obliczona grubość ołowiu [mm]	Wymagania
- cegła pełna o grubości 700 mm	3.2	- ściana nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń.
Strop górny		
Istniejąca ośłona	Obliczona grubość ołowiu [mm]	Wymagania
- żelbeton o grubości 40 mm	3.9	- strop nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia

marzec 2005r.	PRACOWNIA TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej 38-500 Sanok, ul. 800-lecia 26.	Egzemplarz nr: 1 strona/stron 20/20
---------------	--	---

8. Podsumowanie

Zgodnie z Ustawą z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (tekst jednolity Dz. U. z 2004 r. Nr 161, poz. 1689), wykonywanie działalności związanej z narażeniem, polegającej na:

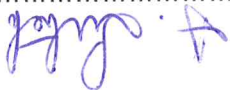
- uruchamianiu i stosowaniu urządzeń wytwarzających promieniowanie jonizujące,
- uruchamianiu pracowni, w których mają być stosowane źródła promieniowania jonizującego, w tym pracowni rentgenowskich,

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 nowotworowych oraz uruchamianie pracowni stosujących takie aparaty wydaje państwowy wojewódzki inspektor sanitarny, a dla jednostek organizacyjnych: 1. podległych lub podporządkowanych Ministrowi Obrony Narodowej lub nadzorowanych przez niego albo dla których jest on organem założycielskim - komendant woj-skowego ośrodka medycyny prewencyjnej,

2. podległych lub podporządkowanych ministrowi właściwemu do spraw wewnętrznych lub przez niego nadzorowanych albo dla których jest on organem założycielskim - państwowy inspektor sanitarny Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji.

mgr inż. Andrzej Lutań



100%

