

Dokumentacja projektu technologicznego i obliczeń osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym „X” dla Innowacyjnego Centrum Patologii i Terapii Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

/ Aparaty RTG „ Digital Diagnostic firmy Philips”/

BRANŻA:

Technologia –Ochrona Radiologiczna

Opracował:

mgr Łukasz Kurkowski

Spis treści:

Innowacyjne Centrum Patologii i Terapii Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie 20-950 Lublin ul. Akademicka 13	Projekt osłon stałych dla dwóch pracowni rtg	wersja: 01 data: 2011-11-05 strona 2
podstawa wymagań:	norma PN-86/J-8000-1 oraz wymienione przepisy prawa	

- 1. Podstawa opracowania dokumentacji.**
- 2. Zakres opracowania**
- 3. Określenie typu zakładu.**
- 4. Rodzaje i charakterystyka aparatów rentgenowskich**
- 5. Czas pracy aparatów rtg.**
- 6. Plan laboratorium i przeznaczenie pomieszczeń.**
- 7. Materiały do wykonania ścian ochronnych i obliczenia dotyczące grubości ścian.**

Załączniki:

- Plan sytuacyjny dwóch pracowni rtg

1. PODSTAWA OPRACOWANIA DOKUMENTACJI

Dokumentacja opracowana została na podstawie następujących norm i przepisów:

1. Prawo Atomowe - Ustawa z dnia 29 listopada 2000r. (tekst jednolity Dz. U. nr 42 z 2007r. ze zm.).
2. PN-86/J-80001 „Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych.

Innowacyjne Centrum Patologii i Terapii Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie 20-950 Lublin ul. Akademicka 13	Projekt osłon stałych dla dwóch pracowni rtg	wersja: 01 data: 2011-11-05 strona 3
podstawa wymagań:	norma PN-86/J-8000-1 oraz wymienione przepisy prawa	

3. Wymagania ochrony przed promieniowaniem jonizującym PN-86/J-80102.
4. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 20 z 2005r.).
5. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 21 sierpnia 2006r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz. U. nr 180 z 2006r.).
6. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2002r. w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydawanie zezwoleń na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na promieniowanie jonizujące albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności (Dz. U. nr 220 z 2002r., zmiany Dz. U. nr 98 z 2004r., zmiany Dz. U. nr 127 z 2006r.).

2. ZAKRES OPRACOWANIA

Celem projektu jest obliczenie osłon stałych przed wiązką promieniowania X pochodzącą z rentgenowskich aparatów przeznaczonych do celów weterynaryjnych, zainstalowanych w Innowacyjnym Centrum Patologii i Terapii Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie przy ul. Głębokiej 30. Jednostka główna znajduje się w Lublinie przy ul. Akademickiej 13. Pracownia rtg dla zwierząt dużych (budynek nr 1) zlokalizowana jest na poziomie parteru. Pracownia rtg dla zwierząt małych (budynek nr 2) zlokalizowana jest na pierwszym piętrze. W obu przypadkach ekspozycje będą wyzwalane z pomieszczenia sterowni. W obu budynkach zainstalowane są aparaty rtg : Digital Diagnostic firmy Philips.

Przedstawiona dokumentacja zawiera szczegółowe dane w zakresie:

- lokalizacji pracowni rentgenowskiej- hali badawczej
- użytkownika aparatów RTG
- obliczeń osłon stałych
- wykaz prac adaptacyjnych
- wymaganego wyposażenia pracowni RTG

Opracowania dokonano na podstawie:

- informacji uzyskanych od inwestora
- wizji lokalnej wokół dwóch pracowni rtg
- danych technicznych aparatów rtg

3. RODZAJE I CHARAKTERYSTYKA APARATÓW RENTGENOWSKICH

Centrum posiada następujące aparaty rentgenowskie:

1. **Digital Diagnostic** firmy Philips

$U_{\max}=150 \text{ kV}$,

$I_{\max}= 400 \text{ mA}$

$D^*= 1,025 \text{ cGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mA}^{-1}$

Aparat przeznaczony jest do wykonywania badań zwierzętom dużym (konie).

2. **Digital Diagnostic** firmy Philips

$U_{\max}=150 \text{ kV}$,

$I_{\max}= 400 \text{ mA}$

$D^*= 1,025 \text{ cGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mA}^{-1}$

Aparat przeznaczony jest do wykonywania badań zwierzętom małym (psy, koty).

Innowacyjne Centrum Patologii i Terapii Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie 20-950 Lublin ul. Akademicka 13	Projekt osłon stałych dla dwóch pracowni rtg	wersja: 01 data: 2011-11-05 strona 5
podstawa wymagań:	norma PN-86/J-8000-1 oraz wymienione przepisy prawa	

4. CZAS PRACY APARATÓW

Aparatura rentgenowska znajdująca się w ww. jednostce wykorzystywana jest w miarę potrzeb.

Aparat rtg w Pracowni rtg dla dużych zwierząt: w ciągu dnia będzie wykonywanych 12 ekspozycji.

Aparat rtg w Pracowni rtg dla małych zwierząt: w ciągu dnia będzie wykonywanych 25 ekspozycji.

5. MATERIAŁY DO WYKONANIA ŚCIAN OCHRONNYCH I OBLICZENIA DOTYCZĄCE GRUBOŚCI TYCH ŚCIAN

Budynek nr 1 z pracownią rtg dla dużych zwierząt.

Charakterystyka pracowni rtg pod względem budowlanym:

Ściany A-B, B-C, D-A : Grubość ściany to 188mm pustak MAX o gęstości $0,93 \text{ g/cm}^3$.
Za 188 mm pustaka MAX o gęstości $0,93 \text{ g/cm}^3$ przyjęto 83,5 mm betonu o gęstości $2,1 \text{ g/cm}^3$, co stanowi równoważnik ołowiu **1,0 mmPb**.

Ściana C-D : Grubość ściany to 250mm pustak MAX.
Za 250mm pustaka MAX o gęstości przyjęto 120mm cegły pełnej o gęstości $1,6 \text{ g/cm}^3$, co stanowi równoważnik ołowiu **1,0 mmPb**.

Strop dolny i strop górny - strop żelbetowy - 250 mm
Grubość stropu to 250mm /żelbeton/, co stanowi równoważnik ołowiu **3,0 mmPb**.

Budynek nr 2 z pracownią rtg dla małych zwierząt.

Charakterystyka pracowni rtg pod względem budowlanym:

Ściany B-C, C-D, D-A : Grubość ściany to 188mm pustak MAX o gęstości $0,93 \text{ g/cm}^3$.

Za 188 mm pustaka MAX o gęstości 0,93 g/cm³ przyjęto 83,5 mm betonu o gęstości 2,1 g/cm³, co stanowi równoważnik ołowiu **1,0 mmPb**.

Ściana A-B: Grubość ściany to 250mm pustak MAX.

Za 250mm pustaka MAX o gęstości przyjęto 120mm cegły pełnej o gęstości 1,6 g/cm³, co stanowi równoważnik ołowiu **1,0 mmPb**.

Strop dolny i strop górny - strop żelbetowy - 250 mm

Grubość stropu to 250mm /żelbeton/, co stanowi równoważnik ołowiu **3,0 mmPb**.

7.1 OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH

Czas t narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia

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

lp.	zmienna	opis
1	T	współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu
2	U	współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczonej osłony
3	t₀	maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jednej zmianie

Prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu (współczynnik T)

lp.	rodzaj miejsca	wartość współczynnika T
1	miejsce stałego przebywania ludzi (miejsce ciągłej pracy, pomieszczenia mieszkalne, miejsca przeznaczone do zabaw dzieci)	1
2	miejsca czasowo wykorzystywane przez ludzi (korytarze, WC, stołówki, palarnie)	0,25
3	miejsca krótkiego przebywania (ulice, place, klatki schodowe)	0,05

Prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczonej osłony (współczynnik U).

lp.	osłona	wartość współczynnika U
1	podłogi	1
2	ściany, sufity , jeżeli przewiduje się ich napromieniowanie wiązką główną przy pracach rutynowych	1
3	ściany nie napromieniowane wiązką główną przy pracach rutynowych	0,25
4	sufity nie napromieniowane wiązką główną przy pracach rutynowych	0,05

Maksymalny tygodniowy czas pracy źródeł na wynosi:

Pracownia w budynku nr 1:

$t_0 = 0,5 \text{ min}$ [$t_0 = 12 \text{ zdjęć/zmianę} \times 5 \text{ dni w tygodniu} \times 0,5s \text{ (1 zdjęcie)} = 30 \text{ s} = 0,5 \text{ min} = 0,0083 \text{ h}$]

Pracownia w budynku nr 2:

$t_0 = 1,04 \text{ min}$ [$t_0 = 25 \text{ zdjęć/zmianę} \times 5 \text{ dni w tygodniu} \times 0,5 \text{ s (1 zdjęcie)} = 62,5 \text{ s} = 1,04 \text{ min} = 0,01736 \text{ h}$]

lp.	zmienna	opis	jednostka
1	p	moc dawki w odległości 1 m od ogniska lampy	1 mA, $\text{mGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$

Obliczanie osłon stałych dla aparatów Digital Diagnostic firmy Philips

Krotność (k) osłabienia promieniowania

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

gdzie:

		podstawa wymagań:	norma PN-86/J-8000-1 oraz wymienione przepisy prawa
		przeliczona dla prądu anodowego	
2	I	nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej	mA
3	t	czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym	min.
4	D	dawka tygodniowa	mGy
5	l	najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy	m
6	y	współczynnik osłabienia ośrodka	-

Zredukowana moc dawki (C_1) dla promieniowania X rozproszonego przez tkankę

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

lp.	zmienna	opis	jednostka
1	D	dawka tygodniowa	mGy
2	l	najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego w ustalonych parametrach pracy	m
3	t	czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym	h
4	I	nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej	mA

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006r. w sprawie *szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi*, dawka graniczna, wyrażona jako efektywny równoważnik dawki w ciągu roku, wynosi:

- 6 mSv dla osób pracujących w laboratorium
- 3 mSv dla osób pracujących w laboratorium rtg poza pracownia rentgenowską
- 0,5 mSv dla osób z ogółu ludności przebywających w sąsiedztwie
- 0,1 mSv dla osób w budynkach mieszkalnych;

Dane wyjściowe

Digital Diagnostic (budynek nr 1):

Nazwa osłony: za osłoną	współczynnik T	współczynnik U	y	Odległość [m]	promieniowanie	
					pierwotne	rozproszone
ściana AB : korytarz	0,25	1	-	2,25		?

podstawa wymagań:

norma PN-86/J-8000-1 oraz wymienione przepisy prawa

Nazwa osłony: za osłoną	współczynnik T	współczynnik U	y	Odległość [m]	promieniowanie	
ściana BC : pokój pracowniczy	1	1	-	3,08		?
ściana CD : Teren zewnętrzny	0,25	1	-	1,60		?
ściana DA : sterownia	1	1	1	2,47	?	
Strop górny : sala wykładowa	1	1	-	1,20		?
Strop dolny : szatnia	0,25	1	1	1,30	?	

Digital Diagnostic (budynek nr 2):

Nazwa osłony: za osłoną	współczynnik T	współczynnik U	y	Odległość [m]	promieniowanie	
					pierwotne	rozproszone
ściana AB : teren zewnętrzny	0,25	1	-	2,40		?
ściana BC : sekretariat	1	1	-	1,10		?
ściana CD : korytarz	0,25	1	1	3,35	?	
ściana DA : sterownia	1	1	-	4,64		?

Nazwa osłony: za osłoną	współczynnik T	współczynnik μ	y	Odległość [m]	promieniowanie	
Strop górny : blok operacyjny	1	1	-	1,20		2
Strop dolny : gabinet zabiegowy, OIOM	1	1	1	1,30	2	

Budynek nr 1

nr osłony	Nazwa osłony: za osłoną	obecna osłonność w mm Pb	Osłonność wymagana w mm Pb	do uzupełnienia mm Pb
1	ściana AB : korytarz	1,0	0,5	-
2	Drzwi w ścianie AB : korytarz	0,0	0,5	0,5
3	ściana BC : pokój pracowniczy	1,0	0,65	-
4	ściana CD : Teren zewnętrzny	1,0	0,7	-
5	ściana DA : sterownia	1,0	2,9	1,9
6	Okienko w ścianie DA : sterownia	0,0	2,9	2,9
7	Strop górny : sala wykładowa	3,0	1,7	-
8	Strop dolny : szatnia	3,0	2,9	-

Ściany AB, BC, CD nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia.

Dodatkowych zabezpieczeń wymagają:

- drzwi w ścianie AB – osłoną z blachy lub folii ołowiowej o równoważniku minimum 0,5 mm,
- ściana DA – osłoną z blachy lub folii ołowiowej o równoważniku minimum 1,9 mm,
- okienko w ścianie DA – osłoną z blachy lub folii ołowiowej o równoważniku minimum 2,9 mm,

Stropy: dolny i górny nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia.

Uwaga!

- *Nie stosować osłon niższych niż podano w zestawieniu.*
- *Obowiązek zastosowania osłon ciąży na użytkowniku.*
- *Osłony drzwi należy wykonać w taki sposób, aby osłony stałe na danej przegrodzie wzajemnie na siebie zachodziły.*

Budynek nr 2

podstawa wymagań:

norma PN-86/J-8000-1 oraz wymienione przepisy prawa

nr osłony	Nazwa osłony: za osłoną	obecna osłonność w mm Pb	Osłonność wymagana w mm Pb	do uzupełnienia mm Pb
1	ściana AB : teren zewnętrzny	1,0	0,7	-
2	okna w ścianie AB : teren zewnętrzny	0,0	0,7	0,7*
3	ściana BC : sekretariat	1,0	1,7	0,7
4	ściana CD : korytarz	1,0	2,4	2,4
5	Drzwi w ścianie DC : korytarz	0,0	2,4	2,4
6	ściana DA : sterownia	1,0	0,7	-
7	Okienko w ścianie DA : sterownia	0,0	0,7	0,7
8	Drzwi w ścianie DA : sterownia	0,0	0,7	0,7
9	Strop górny : blok operacyjny	3,0	2,0	-
10	Strop dolny : gabinet zabiegowy, OIOM	3,0	3,35	0,35

Ściany AB, DA nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia.

Dodatkowych zabezpieczeń wymagają:

- ściana BC – osłoną z blachy lub folii ołowiowej o równoważniku minimum 0,7 mm,
- ściana CD – osłoną z blachy lub folii ołowiowej o równoważniku minimum 2,4 mm,
- drzwi w ścianie CD – osłoną z blachy lub folii ołowiowej o równoważniku minimum 2,4 mm,
- okienko w ścianie DA – osłoną z blachy lub folii ołowiowej o równoważniku minimum 0,7 mm,
- drzwi w ścianie DA – osłoną z blachy lub folii ołowiowej o równoważniku minimum 0,7 mm,
- strop dolny – osłoną z blachy lub folii ołowiowej o równoważniku minimum 0,35 mm.

Okna w ścianie AB nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia z uwagi na fakt, że pracownia ta znajduje się na pierwszym piętrze.

Stropy górny nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia.

Uwaga!

- ***Nie stosować osłon niższych niż podano w zestawieniu.***
- ***Obowiązek zastosowania osłon cięży na użytkowniku.***
- ***Oslony drzwi należy wykonać w taki sposób, aby osłony stałe na danej przegrodzie***

wzajemnie na siebie zachodziły.

ZAŁĄCZNIK a: Formularz obliczeń osłon stałych [Pracownia rtg w budynku nr 1]

Ściana AB

$$C_1 = (8,7 \cdot 2,25^2) / (1 \cdot 0,25 \cdot 400 \cdot 0,00833) = 52,9$$

Ściana BC

$$C_1 = (8,7 \cdot 3,08^2) / (1 \cdot 1 \cdot 400 \cdot 0,00833) = 24,8$$

Ściana CD

$$C_1 = (8,7 \cdot 1,60^2) / (1 \cdot 0,25 \cdot 400 \cdot 0,00833) = 26,7$$

Ściana DA

$$k = (1,025 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1) / (0,00087 \cdot 2,47^2) = 38622,5$$

Strop górny

$$C_1 = (8,7 \cdot 1,20^2) / (1 \cdot 1 \cdot 400 \cdot 0,00833) = 3,8$$

Strop dolny

$$k = (1,025 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 0,25 \cdot 0,5 \cdot 1) / (0,00087 \cdot 1,30^2) = 34856,8$$

ZAŁĄCZNIK b: Formularz obliczeń osłon stałych [Pracownia rtg w budynku nr 2]

Ściana AB

$$C_1 = (8,7 \cdot 2,40^2) / (1 \cdot 0,25 \cdot 400 \cdot 0,01736) = 28,9$$

Ściana BC

$$C_1 = (8,7 \cdot 1,10^2) / (1 \cdot 1 \cdot 400 \cdot 0,01736) = 1,5$$

Ściana CD

$$k = (1,025 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 0,25 \cdot 1,04 \cdot 1) / (0,00087 \cdot 3,35^2) = 10935,6$$

Ściana DA

$$C_1 = (8,7 \cdot 4,64^2) / (1 \cdot 1 \cdot 400 \cdot 0,01736) = 27,0$$

Strop górny

$$C_1 = (8,7 \cdot 1,20^2) / (1 \cdot 1 \cdot 400 \cdot 0,01736) = 1,8$$

Strop dolny

$$k = (1,025 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 1) / (0,00087 \cdot 1,30^2) = 290474$$