

ANEKS

do obliczeń osłony stałych przed
promieniowaniem rentgenowskim

dla pracowni diagnostycznych

IV Wojskowego Szpitala Klinicznego z Polikliniką SP ZOZ

we Wrocławiu

BUDYNEK NR 1, część 5

Ul. Weigla 5

50 - 981 WROCŁAW

Przełożona 3 egz.

Kier. Działu, dn 04.04.2006r.

Otrzymałam 3 egz.

z PU1 dn. 04.04.2006r.

Bonrodzie

[Signature]

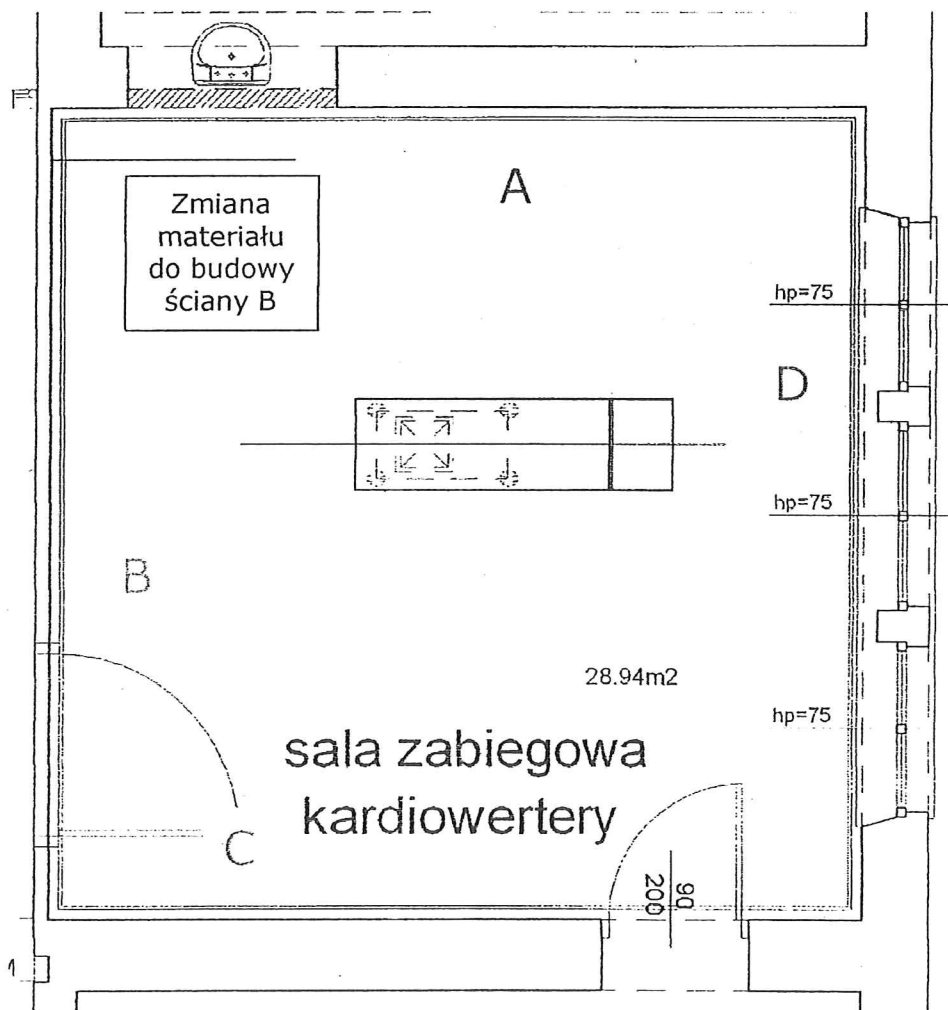
4.04.2006.

1.0. Aneks dotyczy pracowni NR 19: sala zabiegowa KARDIOWERTERY.

2.0. Pierwotnie, w trakcie prac projektowo - obliczeniowych założono użycie do budowy ściany „B” między pracownią a korytarzem, cegły pełnej o gęstości $1,9 \text{ g*cm}^{-3}$, o grubości warstwy 12 cm.

Ze względów konstrukcyjnych, do budowy użyto cegły dziurawki i betonu lekkiego.

SALA ZABIEGOWA (Nr 19) Kardiowertery



Z tego powodu, korekcji wymaga równoważnik Pb
własny ściany „B” w kolumnie 3, punktu 17 opracowania:

„Osłony stałe przed promieniowaniem
rentgenowskim

(OBLICZENIA TEORETYCZNE WYMAGANYCH
RÓWNOWAŻNIKÓW Pb.)”

3.0. Zestawienie wyników obliczeń:

a) ściany pomieszczeń:

Nazwa pracowni, lokalizacja	Ściany pracowni i stropy	ISTNIEJĄCE OSŁONY PRZED PROMIENIO WANIEM (wg. równoważni ków Pb)	DODATKOWE OSŁONY PRZED PROMIENIO WANIEM W mm Pb
Sala zabiegowa (Kardiowertery) nr 19	A	1,5	0
	<u>B</u>	<u>0,2</u>	<u>1,0</u>
	C	1,2	0
	D	0	0
Stropy pracowni	Góra	5,0	0
	Dół	5,0	0

Pozostałe zestawienia oraz wnioski do obliczeń – pozostają
bez zmian.

Dr PIOTR DEMCZUK
INSPEKTOR
OCHRONY PRZED PROMIENIOWANIEM
Upoważnienia Prezesa
Państwowej Agencji Atomistyki
Nr 1481/E/2001

**ZAKŁAD RADIOBIOLOGII I OCHRONY RADIOLOGICZNEJ
WOJSKOWEGO INSTYTUTU HIGIENY I EPIDEMIOLOGII**

01-163 Warszawa, ul. Kozielska 4 tel. (0 pref. 22) 6817-103; tel/fax. 810 43 91


WOJSKOWY INSTYTUT
HIGIENY I EPIDEMIOLOGII

Nr. 1558/05

29 LIS. 2005

4 WOJSKOWY SZPITAL KLINICZNY Z POLIKLINIKĄ Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej we Wrocławiu Nr. 3195 Wpłynęło 05 GRU. 2005 Za: [signature]

Dot: zaopiniowania projektu ochrony radiologicznej dla Pracowni Hemodynamiki i Angiografii.

DYREKTOR

4 Wojskowego Szpitala Klinicznego z

Polikliniką we Wrocławiu

ul. Weigla 5

80 - 780 Wrocław

Warszawa dn. 25.11.2005 r.

W odpowiedzi na pismo z dnia 15.11.2005 r., dotyczące zaopiniowania projektu ochrony radiologicznej Pracowni Hemodynamiki i Angiografii 4 Wojskowego Szpitala Klinicznego z Polikliniką we Wrocławiu, ulica Weigla 5, Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii zgodnie z Zarządzeniem Ministra Obrony Narodowej z dnia 17 września 2003 r. w sprawie sposobu wykonywania ustawy Prawo atomowe w jednostkach organizacyjnych podległych Ministrowi Obrony Narodowej

postanawia

Zaopiniować pozytywnie pod względem ochrony radiologicznej projekt Pracowni Hemodynamiki i Angiografii 4 Wojskowego Szpitala Klinicznego z Polikliniką we Wrocławiu, ulica Weigla 5. Bez zastrzeżeń.

KIEROWNIK PRACOWNI
INSPEKCJI RADIOLOGICZNEJ
Zakładu Radiobiologii i Ochrony Radiologicznej
Wojskowego Instytutu Higieny i Epidemiologii

mjr mgr inż. Dariusz LEWANDOWSKI

Temat:

Osłony stałe przed promieniowaniem
rentgenowskim
(OBLICZENIA TEORETYCZNE WYMAGANYCH
RÓWNOWAŻNIKÓW Pb¹.)

Branża: Ochrona Radiologiczna.

Obiekt: IV Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ
we Wrocławiu

BUDYNEK NR 1, część 5

Ul. Weigla 5

50 - 981 WROCLAW

dr PIOTR DEMCZUK
INSPEKTOR
OCHRONY PRZED PROMIENIOWANIEM
Uprawnienia Prezesa
Państwowej Agencji Atomistyki
Nr 1431/3/2031

¹ Wg stanu prawnego na dzień 1 STYCZNIA 2005 roku

1.0. Dane ogólne.

Przedmiotem opracowania są obliczenia osłon stałych dla pracowni rentgenowskich diagnostycznych zlokalizowanych w budynku nr 1, część 5, II piętro - IV Wojskowego Szpitala Klinicznego i Polikliniki we Wrocławiu, przy ul. Weigla 5.

Obliczenia stanowią część wymaganej dokumentacji projektowej, przygotowywanej w związku z adaptacją istniejących pomieszczeń dla potrzeb montowanych aparatów rentgenowskich.

Stanowią integralną część dokumentacji technicznej, niezbędną w celu określenia rozkładu mocy dawki promieniowania X na stanowiskach pracy oraz w otoczeniu pracowni i uzyskania zezwolenia na działalność związaną z wykorzystaniem aparatury rtg. do celów diagnostycznych.

Obliczeniom osłon przed promieniowaniem podlegają następujące pomieszczenia:

1. Pracownia hemodynamiki,
2. Pracownia angiografii,
3. Sala zabiegowa (pom. wg części arch. Nr 19)
4. Sala zabiegowa (pom. wg części arch. Nr 22)

Do obliczeń osłon stałych przed przenikaniem promieniowania jonizującego wykorzystano dane:

- zawarte na rysunkach pomieszczeń pracowni rtg.,
- zawarte w dokumentacji technicznej montowanej aparatury rentgenowskiej.

Ponadto w celu dokonania obliczeń posłużono się metodą symulacji rzeczywistego obciążenia aparatury rentgenowskiej, przyjmując dane dla podobnych obiektów w pełni już eksploatowanych.

2.0. Opis poszczególnych pomieszczeń pracowni rentgenowskich.

Istniejące pomieszczenia, w których przeprowadzony będzie montaż aparatury rentgenowskiej znajdują się na II piętrze budynku Nr 1 Szpitala. Poszczególne pomieszczenia przylegają zarówno do strony zewnętrznej budynku jak i do pomieszczeń, w których znajdują się miejsca czasowego lub stałego przebywania osób (zarówno pacjentów jak i personelu). Funkcje poszczególnych pomieszczeń oraz materiały i grubości poszczególnych ścian podane zostały w części szczegółowej opracowania. Stropy górne i dolne poszczególnych pomieszczeń są wylewane o efektywnej grubości warstwy pochłaniającej promieniowanie wynoszącej min 30 cm.

Powierzchnie poszczególnych pomieszczeń wynoszą:

1. ok. 32 m² dla pracowni hemodynamicznej,
2. ok. 28 m² dla pracowni angiografii,
3. ok. 29 m² dla pracowni dla pracowni zabiegowej, pom. 19,
4. ok. 33 m² dla pracowni zabiegowej, pom. 22.

Wysokość poszczególnych pomieszczeń wynosi 3,0 m.

3.0. Aparatura rentgenowska oraz jej zastosowanie.

W poszczególnych pracowniach są zamontowane następujące typy i rodzaje aparatów rentgenowskich:

1. Pracownia hemodynamiki – **AXIOM ARTIS FC (Siemens)**
2. Pracownia angiografii – **CARDIAC OEC GE 9800, z ramieniem typu C,**
3. Sala zabiegowa, kardiowertery (nr 19) – **aparatura rtg na podwoziu jezdny z ramieniem typu C,**
4. Sala zabiegowa, wszczepianie stymulatorów (nr 22) – **aparatura rtg na podwoziu jezdny z ramieniem typu C,**

Miejsca zamontowania poszczególnych aparatów będą zgodne z załączonymi rysunkami.

Przewiduje się następujące obciążenie aparatury rentgenowskiej:

Typ aparatu rtg.,	Maks. parametry ekspozycji		Czas pracy lampy rtg w ciągu tygodnia	Kierunek padania wiązki głównej promieniowania w stosunku do całkowitej ilości zdjęć. – pionowo w dół
	kV	mA		
Pracownia hemodynamiki				
AXIOM ARTIS FC zdjęcia	110	200	1 min	100%
AXIOM ARTIS FC skopia	110	3	60 min	Wiązka główna nie oddziałuje bezpośrednio na osłony
Pracownia angiografii				
OEC CARDIAC 9800 zdjęcia	125	50	120 sek (4 sek.x5 pacj./dzień)	Wiązka główna nie oddziałuje bezpośrednio na osłony

OEC CARDIAC 9800 skopia	110	7,5	60 min	Wiązka główna nie oddziałuje bezpośrednio na osłony
<i>Sala zabiegowa nr 19 (Kardiowertery)</i>				
Ramię C zdjęcia	125	50	120 sek (4 sek.x5 pacj./dzień)	Wiązka główna nie oddziałuje bezpośrednio na osłony
Ramię C skopia	110	7,5	60 min	Wiązka główna nie oddziałuje bezpośrednio na osłony
<i>Sala zabiegowa nr 22 (Stymulatory)</i>				
Ramię C zdjęcia	125	50	120 sek (4 sek.x5 pacj./dzień)	Wiązka główna nie oddziałuje bezpośrednio na osłony
Ramię C skopia	110	7,5	60 min	Wiązka główna nie oddziałuje bezpośrednio na osłony

Przewiduje się tygodniowe czasy napromieniowania ścian i
 stropów w następujących proporcjach:

Typ aparatury rentgenowskiej	Tygodniowy czas pracy lampy rentgenowskiej,		Tygodniowy czas obciążenia osłony wiązką główną promieniowania rtg. stropu dolnego
	wyliczony z założeń	przyjęty do obliczeń	
Pracownia hemodynamiki			
AXIOM ARTIS FC zdjęcia	1 min	1 min	1 min
AXIOM ARTIS FC skopia	60 min	60 min	Wiązka główna nie oddziałuje bezpośrednio na osłony
Pracownia angiografii			
OEC CARDIAC 9800 zdjęcia	120 sek	120 sek	Wiązka główna nie oddziałuje bezpośrednio na osłony
OEC CARDIAC 9800 skopia	60 min	60 min	Wiązka główna nie oddziałuje bezpośrednio na osłony
Sala zabiegowa nr 19, Kardiowertery			
Ramię C zdjęcia	120 sek	120 sek	180 sek
Ramię C skopia	60 min	60 min	Wiązka główna nie oddziałuje bezpośrednio na osłony

Typ aparatury rentgenowskiej	Tygodniowy czas pracy lampy rentgenowskiej,		Tygodniowy czas obciążenia osłony wiązką główną promieniowania rtg. stropu dolnego
	wyliczony z założeń	przyjęty do obliczeń	
Sala zabiegowa nr 22, Stymulatory			
Ramię C zdjęcia	120 sek	120 sek	Wiązka główna nie oddziałuje bezpośrednio na osłony
Ramię C skopia	60 min	60 min	Wiązka główna nie oddziałuje bezpośrednio na osłony

Ustawienie aparatury będzie zgodne z załączonymi rysunkami.

4.0. Czas pracy personelu.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami – pracownicy działów rentgenodiagnostyki posiadają skrócony wymiar czasu pracy wynoszący 5 godzin na dobę.

5.0. Przepisy prawne.

Przy obliczaniu osłon stałych przed przenikaniem promieniowania jonizującego mają zastosowanie następujące przepisy prawne:

1. Ustawa Prawo Atomowe z dn. 25 listopada 2000 r: Dz. Ust. nr 3/2001 poz. 18– z późn. zmianami.
2. Rozp. Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego : Dz. U. nr 20, poz. 168 z dn. 3 lutego 2005 r.
3. Rozp. R.M. z dn. 27 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu

wykonywania tej działalności: Dz. Ust. Nr 98, poz. 981, z dn. 1 maja 2004 r i

4. Rozp. Ministrów Zdrowia z dn. 24 grudnia 2002 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych oraz sposobu wykonywania kontroli wewnętrznej nad przestrzeganiem tych warunków : Dz. Ust. Nr 241, poz. 2098 z dn. 31 grudnia 2002 r.
5. Rozp. Ministra Zdrowia z dn. 11 września 2003 roku w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanymi w celach medycznych : Dz. Ust. Nr 173, poz 1681, z dn. 6 października 2003 r.
6. PN - 86/J - 80001, Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma.
7. PN - 74/J - 01003, Technika Jądrowa (arkusze dotyczące pracowni rentgenowskich).

6.0. Dawki graniczne.

Dawki graniczne dla populacji nie narażonych na promieniowanie z tytułu wykonywania pracy zawodowej oraz dla osób zawodowo narażonych określają przepisy krajowe oraz międzynarodowe. W tabeli przedstawiono różne wartości dawek granicznych w zależności od przyjętych dokumentów:

Nazwa dokumentu	Dawka graniczna dla osób zawodowo narażonych na promieniowanie	Dawka graniczna dla ogółu ludności z tytułu przebywania w sąsiedztwie źródeł promieniotwórczych
Rozp. Rady Ministrów z dnia 28 maja 2002 r. W spr. dawek granicznych prom. jonizującego	0.4 mSv/tydzień	0.02 mSv/tydzień
Rozp. Ministra Zdrowia z dn. 11 września 2003 roku Dz. Ust. Nr 173, poz 1681, z dn. 6 października 2003 r.	-	0.002 mSv/tydzień
Raport ICRP - 60	0.4 mSv/tydzień	0.02 mSv/tydzień
Raport NCRP - 49	1 mSv/tydzień	0.1 mSv/tydzień
Norma DIN 6847/2	Kat: A 1 mSv/tydzień Kat: B 0.3 mSv/tydzień	Pracownicy Zakładu: 0.1 mSv/tydzień Ludność pozostała: 0.03 mSv/tydzień

Do obliczeń przyjęto następujące wartości dawek granicznych:

- dla osób narażonych zawodowo – 0.4 mSv/tydzień
- dla osób z pozostałej populacji- 0.002 mSv/ tydzień

7.0. Rodzaj materiałów stosowanych na osłony przed promieniowaniem rentgenowskim.

Projektuje się wykonanie osłon stałych przed przenikaniem promieniowania z laminatem Pb o wyliczonej grubości. Ekspozycje zdjęć są wykonywane z za ścian sterowni, w których znajdują się okna do obserwacji pacjentów, wykonane z ciężkiego szkła flintowego (potasowo – ołowiowego) z dużą zawartością tlenków metali ciężkich (ok. 70 %). Niektóre badania wymagają obecności personelu w sali, bezpośrednio przy głowicy aparatu rtg. W takich

przypadkach personel używa do ochrony przed promieniowaniem osłon osobistych o ustalonych równoważnikach Pb.

8.0. Obliczenia osłon stałych (oznaczenia).

Przy obliczeniach osłon stałych zastosowano następujące oznaczenia:

t - czas narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia:

$$t = T * U * t_0$$

w którym:

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu,

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

t₀ - maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jednej zmianie, s, min lub h.

D - graniczna dawka dopuszczalna promieniowania dla odpowiedniej kategorii narażenia podana w obowiązujących przepisach - wynosi:

a) 0.04 cGy - dla osób zawodowo narażonych na promieniowanie jonizujące,

b) 0.0002 cGy - dla osób narażonych na promieniowanie z tytułu przebywania w sąsiedztwie źródeł promieniowania jonizującego.

D₀ - moc dawki w odległości 1 m od ogniska lampy rtg przeliczona dla prądu anodowego 1 mA w: $\text{cGy} * \text{min}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$.

I - nominalne napięcie prądu anodowego w mA,

l - najmniejsza odległość od źródła do osłanianego miejsca, m.,

k - krotność osłabienia promieniowania po przejściu przez osłonę

c₁ - zredukowana moc dawki dla osłon przed przenikaniem promieniowania rozproszonego przez wodę lub tkankę w $\text{cGy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$,

c₂ - zredukowana moc dawki dla osłon przed promieniowaniem rozproszonym przez beton lub cegłę,

f - odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od ogniska lampy rtg w metrach,

s - rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego na którą pada promieniowanie, na

płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiązki pierwotnej promieniowania, w odległości **f** w m²

Krotność osłabiania promieniowania pierwotnego przez osłonę oblicza się ze wzoru:

$$k = \frac{D_0 \cdot I \cdot t}{D \cdot I^2} \cdot y$$

Przy obliczaniu osłon przed promieniowaniem rozproszonym stosuje się wzory:

a) dla promieniowania rozproszonego przez wodę lub tkankę:

$$c_1 = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I}$$

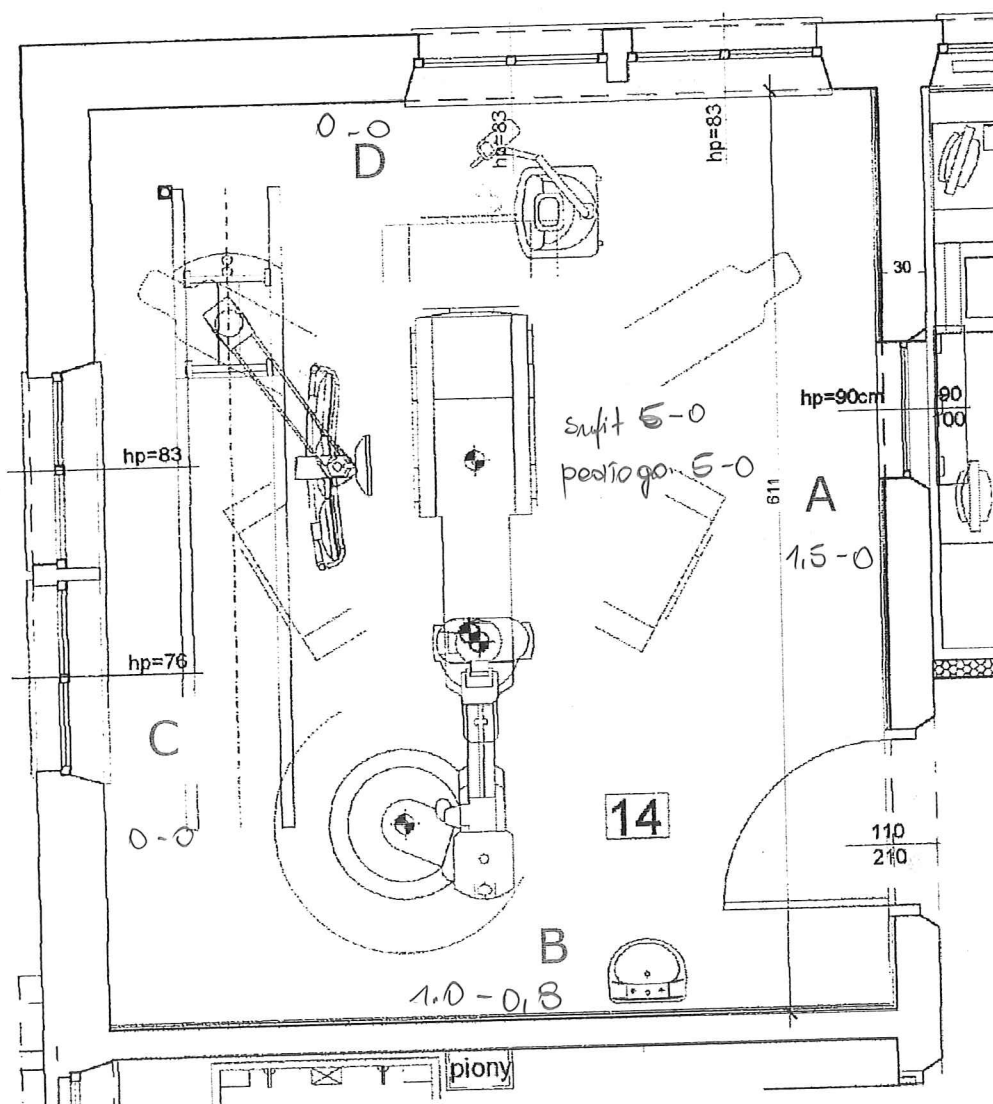
b) dla promieniowania rozproszonego przez beton lub cegłę:

$$c_2 = \frac{D \cdot I^2 \cdot f}{t \cdot I \cdot s}$$

Ponadto do określenia grubości osłony zastosowano wykresy i tablice zawarte w PN - 86/J - 80001.

CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

PRACOWNIA HEMODYNAMIKI (Rys.1) – szkic do obliczeń osłon
przed promieniowaniem



Najbliższe otoczenie pracowni stanowią:

W poziomie:

- Sterownia – ściana A,
- Pomieszczenie przygotowawcze lekarzy – ściana B,
- Strona zewnętrzna – ściana C,
- Strona zewnętrzna – ściana D,

Od góry:

- Strych (obecnie nieużywany),

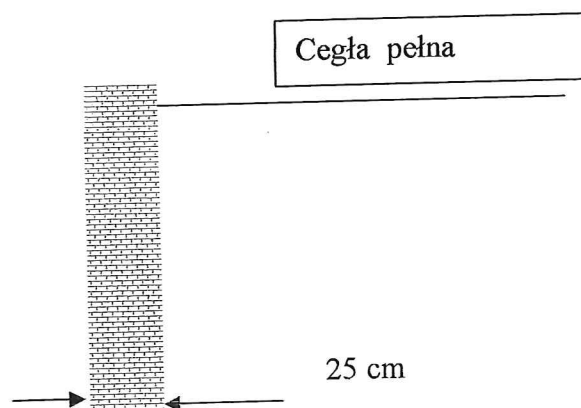
Od dołu:

- Sala operacyjna.

OBLICZENIA – STANOWISKO DO ZDJĘĆ:

9.1. Sterownia - ściana „A”

Konstrukcja istniejąca:



Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem

przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

9.1.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 1 \text{ min} = 0.004$$

$$h, l = 2,5 \text{ m.}, I = 200 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 2,5^2}{0.004 * 200} = \frac{0.0006}{0,8} = 0.0007 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,5 mm.

9.1.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 1 \text{ min} = 0.004$$

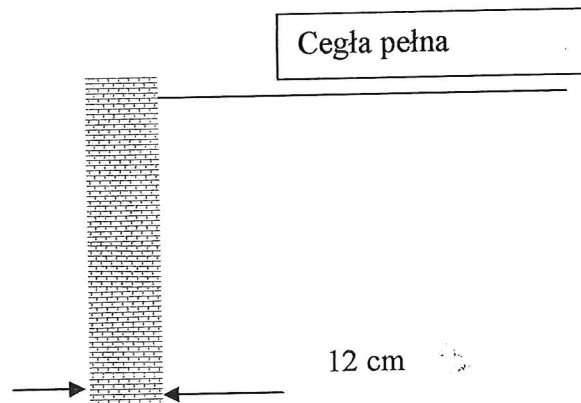
$$h, l = 2,5 \text{ m.}, I = 200 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. } s = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 2,5^2 * 1.8^2}{0.004 * 200 * 0.26} = 0.009 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,8 mm.

9.2. Ściana „B” – pokój przygotowania lekarzy:

Konstrukcja istniejąca:



Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

9.2.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 1 \text{ min} = 0.004 \text{ h}, l = 2 \text{ m.}, I = 200 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 2^2}{0.004 * 200} = \frac{0.0004}{0.8} = 0.0005 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,8 mm.

9.2.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 1 \text{ min} = 0.004 \text{ h}, \\ l = 2 \text{ m.}, I = 200 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 2^2 * 1.8^2}{0.004 * 200 * 0.26} = 0.006 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1 mm.

9.3. Ściany „C ” i „D” – nie wymagały obliczeń ze względu na lokalizację pracowni na II piętrze budynku.

9.4. Strop górny:

Konstrukcja istniejąca: Strop wylewany o efektywnej grubości warstw pochłaniających promieniowanie 15 cm.

Do osłony tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

9.4.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 1 \text{ min} = 0.004 \text{ h}, \\ l = 1,5 \text{ m.}, I = 200 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 1,5^2}{0.004 * 200} = \frac{0.0006}{0,8} = 0.0007 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

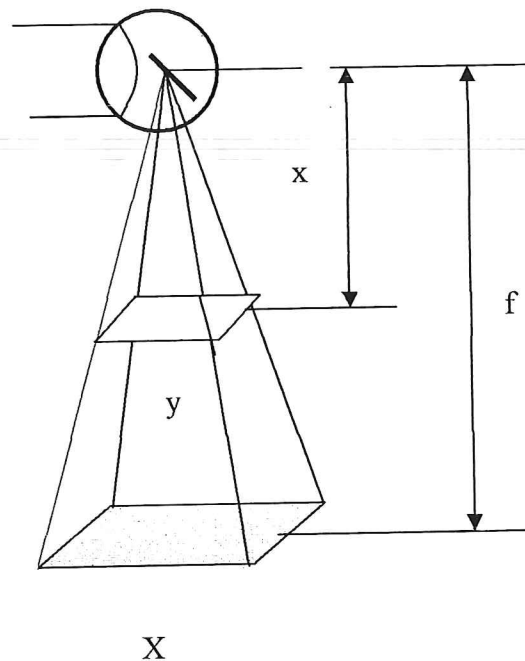
Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,9 mm.

9.4.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 1 \text{ min} = 0.004 \text{ h}, l = 1,5 \text{ m}, I = 200 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m}, s = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 1,5^2 * 1.8^2}{0.004 * 200 * 0.26} = 0.003 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1 mm.



$$\frac{x}{y} = \frac{f}{X} \Rightarrow X = \frac{f * y}{x} = 0.26 \text{ m}^2$$

9.5. Strop dolny

Do osłony tej dociera promieniowanie wiązki pierwotnej:

$$D = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 1 * 1 \text{ min.} = 1 \text{ min.}, I = 200 \text{ mA}, D_0 = 1.7 \text{ cGy} * \text{min}^{-1}, l = 1.5 \text{ m.}, y = 1$$

$$k = \frac{1.7 * 200 * 1 * 1}{0.0001 * 1.5^2} = 1700000$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można uzyskać stosując materiał o równoważniku ołowiu 5 mm.

10.0. OPCJA DO PRZEŚWIETLEŃ

10.1. Sterownia - ściana „A”

10.1.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 1 \text{ min} = 0.25 \text{ h}, \\ l = 2,5 \text{ m.}, I = 3 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 2,5^2}{0.25 * 3} = \frac{0.0006}{0,75} = 0.0008 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1 mm.

10.1.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 1 \text{ min} = 0.25 \text{ h}, l = 2,5 \text{ m}, I = 3 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 2,5^2 * 1.8^2}{0.25 * 3 * 0.26} = 0.01 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,8 mm.

10.2. Ściana „B” – pokój przygotowania lekarzy:

10.2.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0.25 \text{ h}, l = 2 \text{ m}, I = 3 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 2^2}{0.25 * 3} = \frac{0.0004}{0,75} = 0.0005 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,8 mm.

10.2.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0.25 \text{ h}, l = 2 \text{ m}, I = 3 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 2^2 * 1.8^2}{0.25 * 3 * 0.26} = 0.006 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1 mm.

10.3. Ściany zewnętrzne „C” i „D” :

Nie podlegały obliczeniom ze względu na lokalizację pracowni na II piętrze budynku.

10.4. Strop górny:

10.4.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0.25$$
$$h, l = 1,5 \text{ m.}, I = 3 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 1,5^2}{0.25 * 3} = \frac{0.0002}{0,75} = 0.0003 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,2 mm.

10.4.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0.25$$
$$h, l = 1,5 \text{ m.}, I = 3 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 1,5^2 * 1.8^2}{0.25 * 3 * 0.26} = 0.003 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1 mm.

10.5. Strop dolny

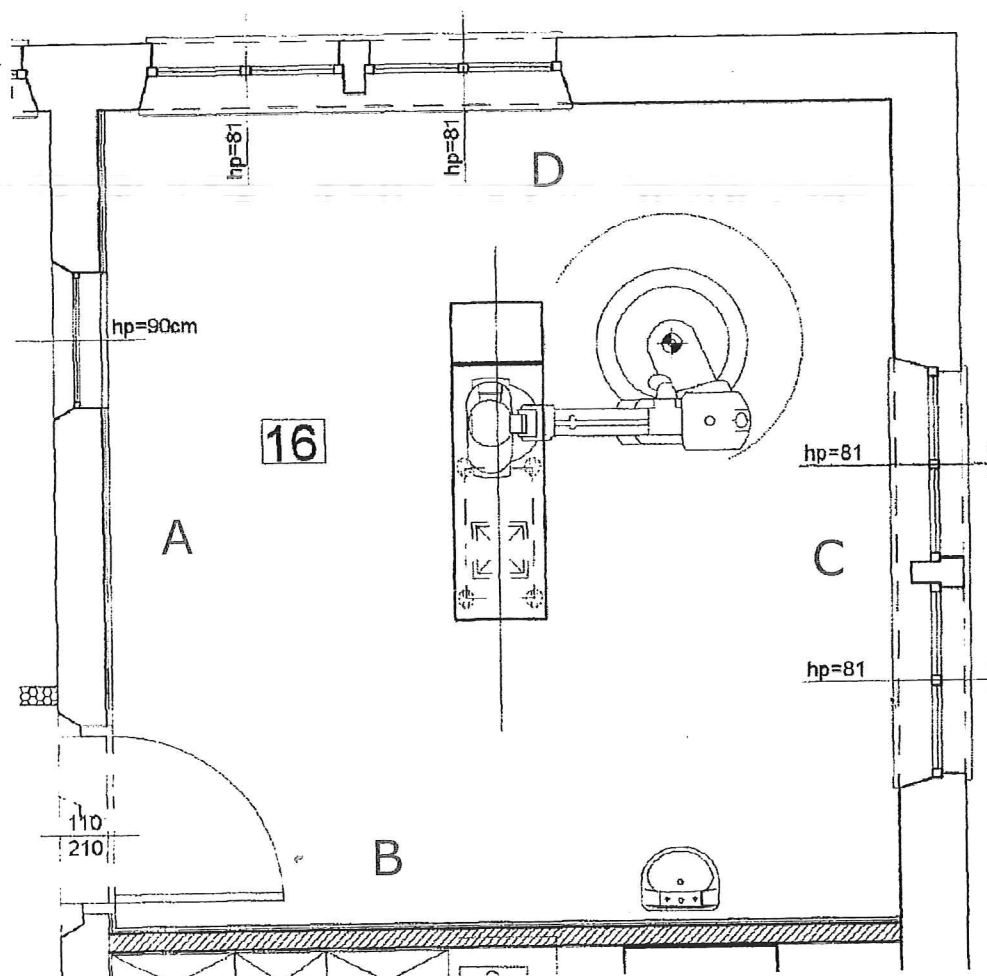
Do osłony tej dociera promieniowanie wiązki pierwotnej:

$D = 0.0001 \text{ cGy}$, $t = T * U * t_0 = 1 * 1 * 60 \text{ min.} = 60 \text{ min.}$, $I = 3 \text{ mA}$, $D_0 = 1.7 \text{ cGy} * \text{min}^{-1}$, $l = 1.5 \text{ m.}$, $\gamma = 1$

$$k = \frac{1.7 * 3 * 1 * 1}{0.0001 * 1.5^2} = 25500$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można uzyskać stosując materiał o równoważniku ołowiu 2,8 mm.

PRACOWNIA ANGIOGRAFII (Rys.2) – szkic do obliczeń osłon przed promieniowaniem



Najbliższe otoczenie pracowni stanowią:

W poziomie:

- Sterownia – ściana A,
- Pomieszczenie techniczne – ściana B,
- Strona zewnętrzna – ściana C,
- Strona zewnętrzna – ściana D,

Od góry:

- Strych, obecnie nieużywany,

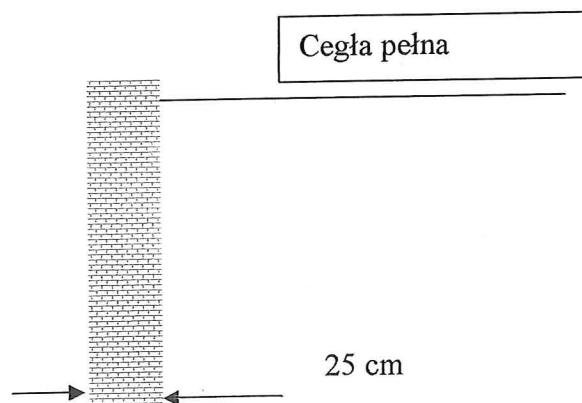
Od dołu:

- Pomieszczenia bloku operacyjnego.

Aparat z ramieniem C – OEC CARDIAC 9800, skopia,

11.1. Ściana sterowni „A”,

Konstrukcja istniejąca:



Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

11.1.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25 \text{ h}, l = 2,5 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 2,5^2}{0,25 * 7,5} = \frac{0.0006}{1,875} = 0.0003 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

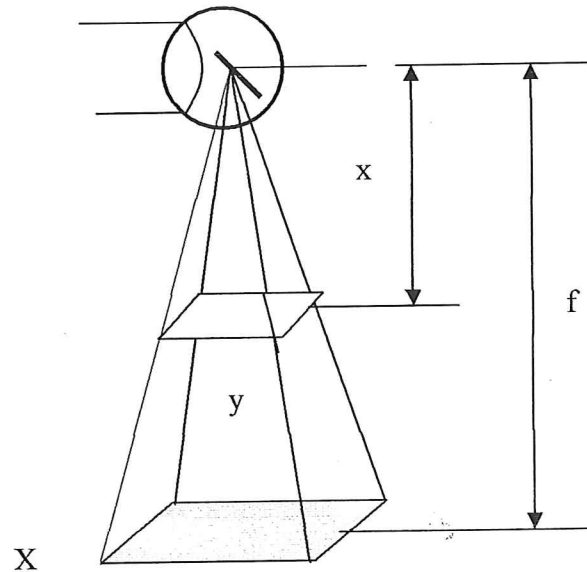
Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,5 mm.

11.1.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25 \text{ h}, l = 2,5 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 2,5^2 * 1.8^2}{0,25 * 7,5 * 0.26} = 0.004 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

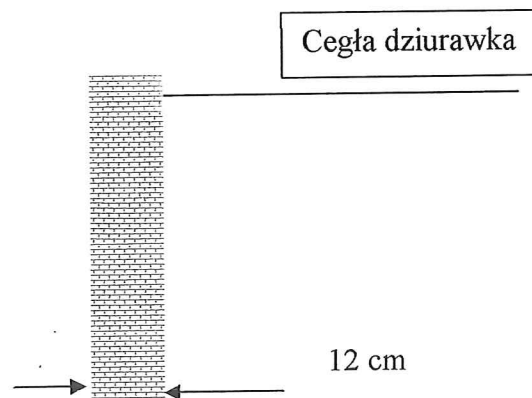
Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0.8 mm.



$$\frac{x}{y} = \frac{f}{X} \Rightarrow X = \frac{f \cdot y}{x} = 0.26m^2$$

11.2. Ściana „B”, pomieszczenie techniczne:

Konstrukcja istniejąca:



Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

11.2.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 3^2}{0,25 * 7,5} = \frac{0.0009}{1,875} = 0.0005 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,2 mm.

11.2.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 3^2 * 1.8^2}{0,25 * 7,5 * 0.26} = 0.006 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,9 mm.

11.3. Ściany „C” i „D” - nie podlegały obliczeniom OR,

11.4. Stropy pomieszczenia: dolny i górny:

Do osłon tych zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cG}$$

11.4.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$
$$h, l = 1,5 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 1,5^2}{0,25 * 7,5} = \frac{0.0002}{1,875} = 0.0001 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 2 mm.

11.4.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$
$$h, l = 1,5 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 1,5^2 * 1.8^2}{0,25 * 7,5 * 0.26} = 0.0015 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,5 mm.

11.5. Stałe miejsce pracy lekarza (w odl. 0.5 m od osi głównej wiązki promieniowania)

Do tego miejsca zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.02 \text{ cGy}$$

11.5.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.02 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25 \text{ h}, l = 0,5 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.02 * 0,5^2}{0,25 * 7,5} = \frac{0.005}{1,875} = 0.003 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,5 mm.

11.5.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.02 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25 \text{ h}, l = 0,5 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.02 * 0,5^2 * 1.8^2}{0,25 * 7,5 * 0.26} = 0.033 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,15 mm.

Aparat z ramieniem C – OEC CARDIAC 9800, zdjęcia (filmowanie),

12.1. Ściana „A”,

Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

12.1.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 2,5 \text{ m}, I = 50 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 2,5^2}{0,008 * 50} = \frac{0.0006}{0,41} = 0.001 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1 mm.

12.1.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 2,5 \text{ m}, I = 50 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 2,5^2 * 1.8^2}{0,008 * 50 * 0.26} = 0.02 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0.6 mm.

12.2. Ściana „B”, pomieszczenie techniczne:

Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

12.2.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 3^2}{0,008 * 50} = \frac{0.0009}{0,41} = 0.002 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,6 mm.

12.2.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 3^2 * 1.8^2}{0,008 * 50 * 0.26} = 0.03 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0.4 mm.

12.3. Ściana „C” i „D” – nie podlegały obliczeniom OR,

12.4. Stropy pomieszczenia: dolny i górny:

Do osłon tych zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cG}$$

12.4.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 1,5 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 1,5^2}{0,008 * 50} = \frac{0.0002}{0,41} = 0.0005 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,5 mm.

12.4.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 1,5 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 1,5^2 * 1.8^2}{0,008 * 50 * 0.26} = 0.006 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1 mm.

12.5. Stałe miejsce pracy lekarza (w odl. 0.5 m od osi głównej wiązki promieniowania)

Do tego miejsca zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.02 \text{ cGy}$$

12.5.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.02 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 0,5 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.02 * 0,5^2}{0,008 * 50} = \frac{0.005}{0,41} = 0.012 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,4 mm.

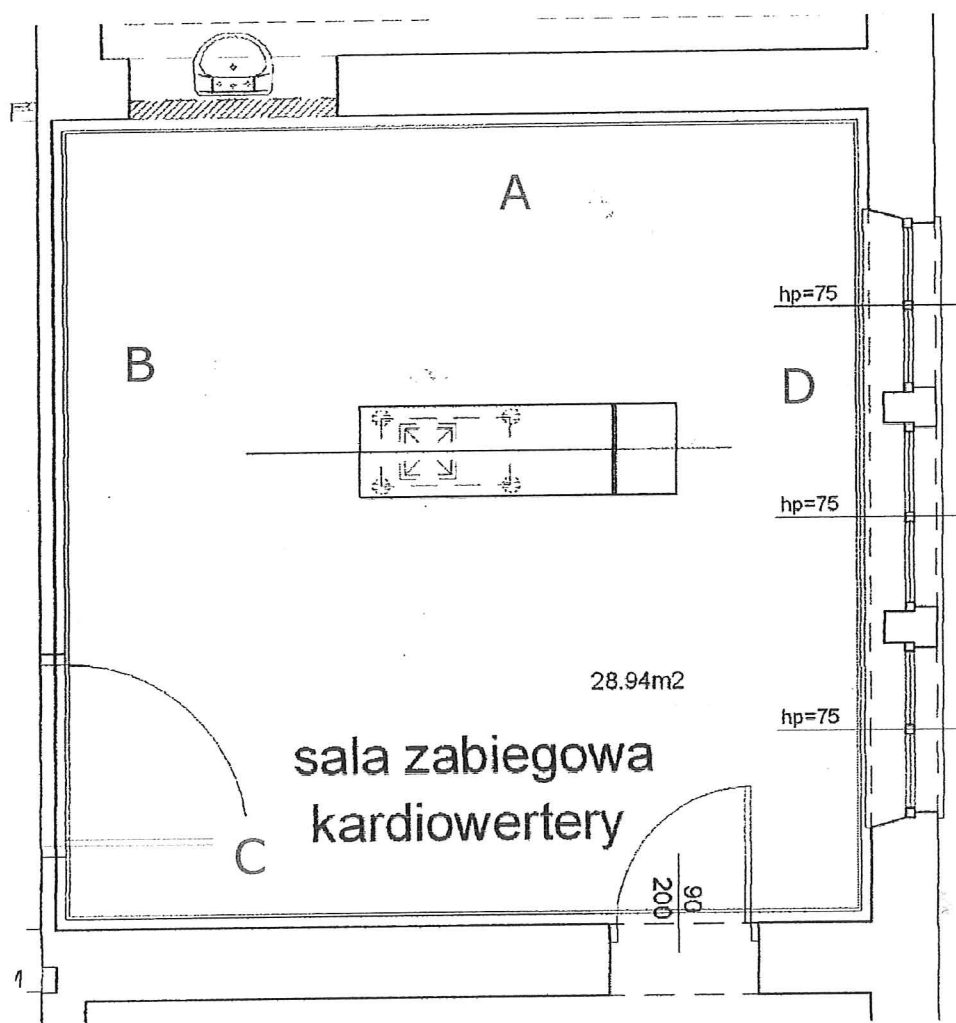
12.5.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.02 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 0,5 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.02 * 0,5^2 * 1.8^2}{0,008 * 50 * 0.26} = 0.16 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotności takiego osłabiania – nie normuje się.

SALA ZABIEGOWA (Nr 19) Kardiowertery (Rys.3) – szkic do
obliczeń osłon przed promieniowaniem



Najbliższe otoczenie pracowni stanowią:

W poziomie:

- Przygotowanie pacjentów – ściana A,
- Korytarz – ściana B,
- Przygotowanie lekarzy – ściana C,
- Strona zewnętrzna – ściana D,

Od góry:

- Strych obecnie nieużywany,

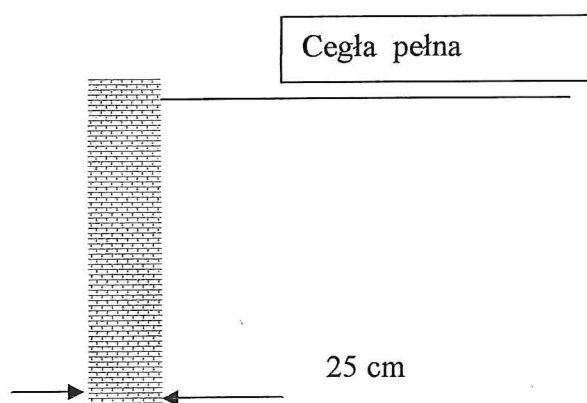
Od dołu:

- Blok operacyjny.

OBLICZENIA – STANOWISKO SKOPII:

13.1. Ściana „A”

Konstrukcja istniejąca:



Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

13.1.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$
$$h, l = 2,5 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 2,5^2}{0,25 * 7,5} = \frac{0.0006}{1,875} = 0.0003 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,5 mm.

13.1.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

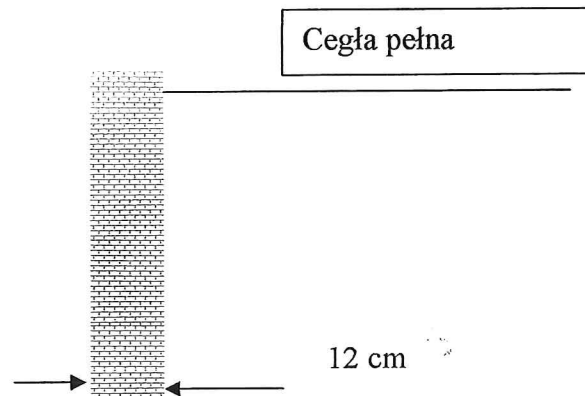
$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$
$$h, l = 2,5 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 2,5^2 * 1.8^2}{0,25 * 7,5 * 0.26} = 0.004 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0.8 mm.

13.2. Ściana „B” – Korytarz:

Konstrukcja istniejąca:



Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

13.2.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$

$h, l = 3 \text{ m}, I = 7,5 \text{ mA},$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 3^2}{0,25 * 7,5} = \frac{0.0009}{1,875} = 0.0005 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,2 mm.

13.2.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

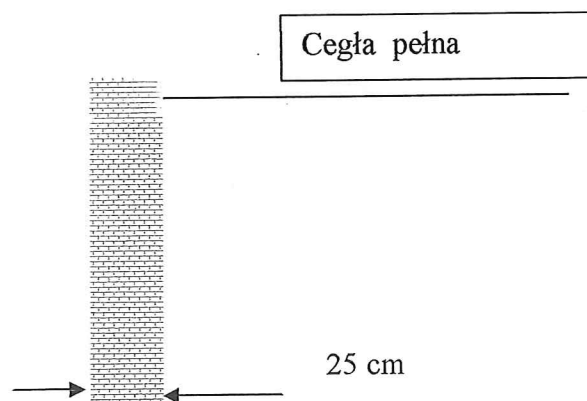
$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 3^2 * 1.8^2}{0,25 * 7,5 * 0.26} = 0.006 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,9 mm.

13.3. Ściana „C” :

Konstrukcja istniejąca:



Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

13.3.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$
$$h, l = 3 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 3^2}{0,25 * 7,5} = \frac{0.0009}{1,875} = 0.0005 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,2 mm.

13.3.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$
$$h, l = 3 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. } s = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 3^2 * 1.8^2}{0,25 * 7,5 * 0.26} = 0.006 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,9 mm.

13.4. Ściana „D ” – ściana zewnętrzna, **nie podlegała obliczeniom OR**

13.5. Strop górny:

Konstrukcja istniejąca: Strop wylewany o efektywnej grubości warstw pochłaniających promieniowanie 30 cm.

Do osłony tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

13.5.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$
$$h, l = 1,5 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 1,5^2}{0,25 * 7,5} = \frac{0.0002}{1,875} = 0.0001 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

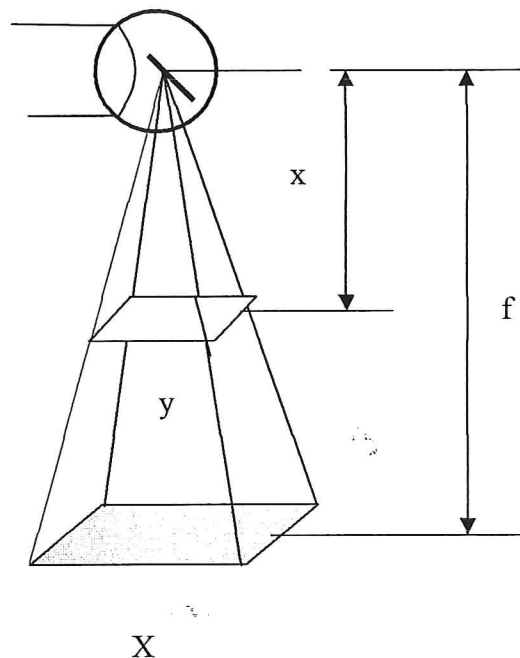
Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 2 mm.

13.5.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$
$$h, l = 1,5 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 1,5^2 * 1.8^2}{0,25 * 7,5 * 0.26} = 0.0015 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,5 mm.



$$\frac{x}{y} = \frac{f}{X} \Rightarrow X = \frac{f \cdot y}{x} = 0.26 m^2$$

13.6. Strop dolny

13.6.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$D^* = 0.0001 \text{ cGy}$, $t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$
 $h, l = 1,5 \text{ m.}$, $I = 7,5 \text{ mA}$,

$$c_1 = \frac{0.0001 * 1,5^2}{0,25 * 7,5} = \frac{0.0002}{1,875} = 0.0001 cGy * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN -

86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 2 mm.

13.6.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25 \text{ h}, l = 1,5 \text{ m}, I = 7,5 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 1,5^2 * 1.8^2}{0,25 * 7,5 * 0.26} = 0.0015 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,5 mm.

14.0. OPCJA DO ZDJĘĆ

14.1. Ściana „A”,

Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

14.1.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 2,5 \text{ m}, I = 50 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 2,5^2}{0,008 * 50} = \frac{0.0006}{0,41} = 0.001 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1 mm.

14.1.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 2,5 \text{ m}, I = 50 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 2,5^2 * 1.8^2}{0,008 * 50 * 0.26} = 0.02 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0.6 mm.

14.2. Ściana „B”, korytarz:

Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

14.2.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 3 \text{ m}, I = 50 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 3^2}{0,008 * 50} = \frac{0.0009}{0,41} = 0.002 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,6 mm.

14.2.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 3^2 * 1.8^2}{0,008 * 50 * 0.26} = 0.03 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0.4 mm.

14.3. Ściana „C”

14.3.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 3^2}{0,008 * 50} = \frac{0.0009}{0,41} = 0.002 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,6 mm.

14.3.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 3^2 * 1.8^2}{0,008 * 50 * 0.26} = 0.03 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0.4 mm.

14.4. Ściana „D” – nie podlegała obliczeniom OR,

14.5. Stropy pomieszczenia: dolny i górny:

Do osłon tych zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cG}$$

14.5.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 1,5 \text{ m}, I = 50 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 1,5^2}{0,008 * 50} = \frac{0.0002}{0,41} = 0.0005 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,5 mm.

14.5.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 1,5 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 1,5^2 * 1.8^2}{0,008 * 50 * 0.26} = 0.006 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1 mm.

14.6. Stałe miejsce pracy lekarza (w odl. 0.5 m od osi głównej wiązki promieniowania)

Do tego miejsca zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.02 \text{ cGy}$$

14.6.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.02 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 0,5 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.02 * 0,5^2}{0,008 * 50} = \frac{0.005}{0,41} = 0.012 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,4 mm.

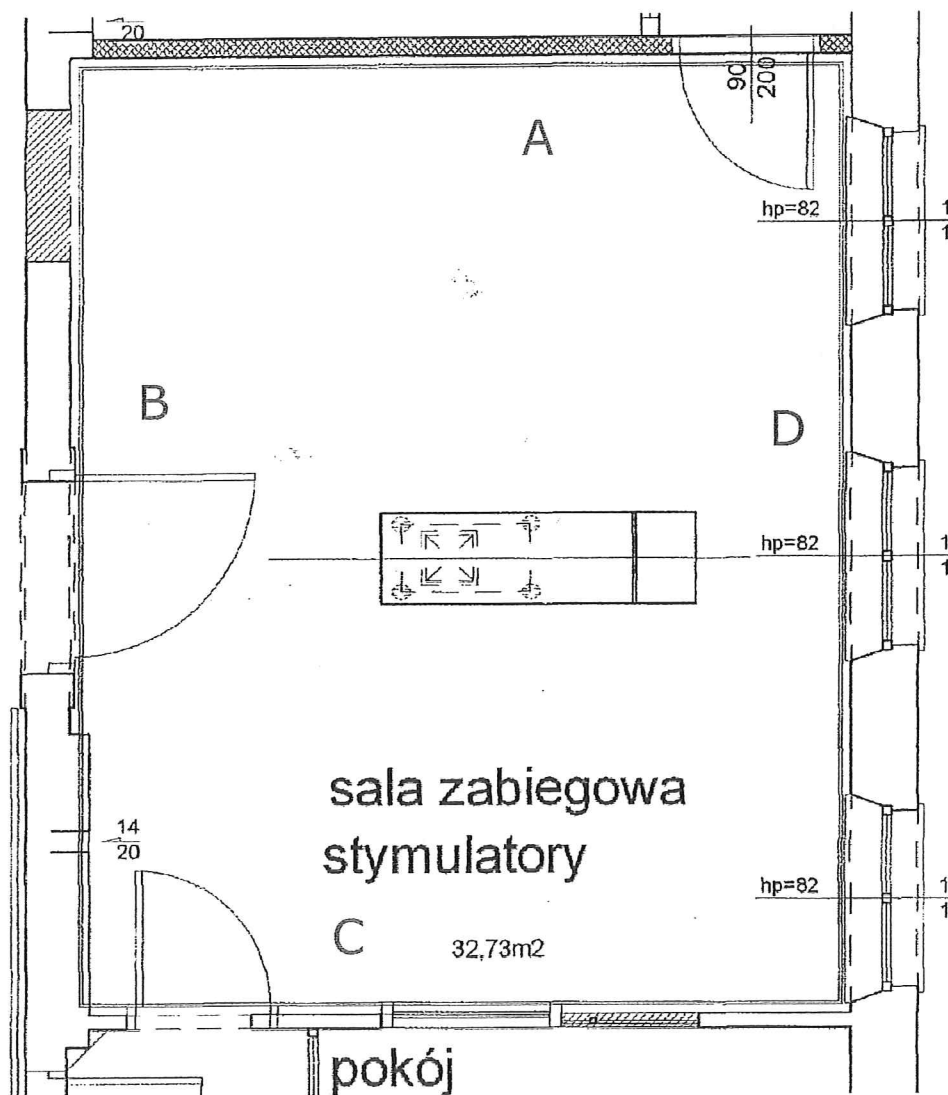
14.6.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.02 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 0,5 \text{ m}, I = 50 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.02 * 0,5^2 * 1.8^2}{0,008 * 50 * 0.26} = 0.16 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotności takiego osłabiania – nie normuje się.

SALA ZABIEGOWA ,Stymulatory (Nr 22) (Rys.4) – szkic do
obliczeń osłon przed promieniowaniem



Najbliższe otoczenie pracowni stanowią:

W poziomie:

- Wstępne mycie narzędzi – ściana A,
- Korytarz – ściana B,

- Pokój obserwacyjno biurowy – ściana C,
- Strona zewnętrzna – ściana D,

Od góry:

- Strych obecnie nieużywany,

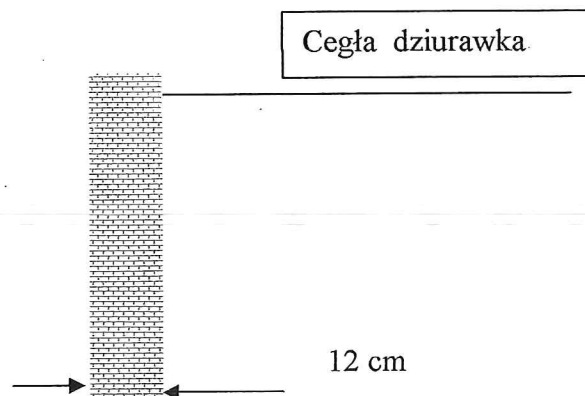
Od dołu:

- Pomieszczenia bloku pooperacyjnego.

OBLICZENIA – STANOWISKO SKOPII:

15.1. Ściana „A”

Konstrukcja istniejąca:



Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

15.1.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$
$$h, l = 3 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 3^2}{0,25 * 7,5} = \frac{0.0009}{1,875} = 0.0005 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,2 mm.

15.1.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

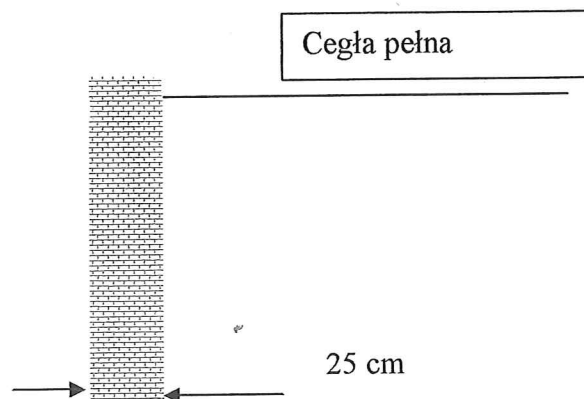
$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$
$$h, l = 3 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 3^2 * 1.8^2}{0,25 * 7,5 * 0.26} = 0.006 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,9 mm.

15.2. Ściana „B” – Korytarz:

Konstrukcja istniejąca:



Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

15.2.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 3^2}{0,25 * 7,5} = \frac{0.0009}{1,875} = 0.0005 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,2 mm.

15.2.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

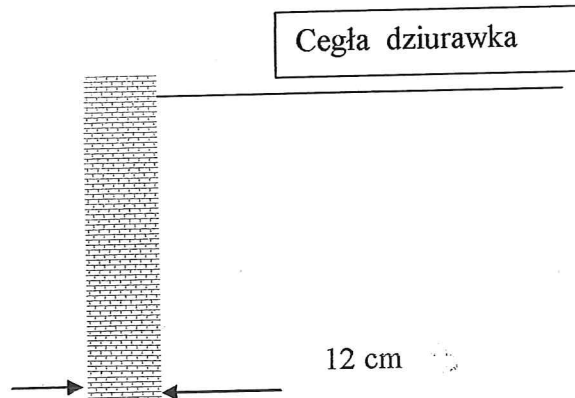
$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 3^2 * 1.8^2}{0,25 * 7,5 * 0.26} = 0.006 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,9 mm.

15.3. Ściana „C” :

Konstrukcja istniejąca:



Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

15.3.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$
$$h, l = 3 \text{ m}, I = 7,5 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 3^2}{0,25 * 7,5} = \frac{0.0009}{1,875} = 0.0005 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,2 mm.

15.3.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 3^2 * 1.8^2}{0,25 * 7,5 * 0.26} = 0.006 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,9 mm.

15.4. Ściana „D ” – ściana zewnętrzna, **nie podlegała obliczeniom OR**

15.5. Strop górny:

Konstrukcja istniejąca: Strop wylewany o efektywnej grubości warstw pochłaniających promieniowanie 15 cm.

Do osłony tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

15.5.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$
$$h, l = 1,5 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 1,5^2}{0,25 * 7,5} = \frac{0.0002}{1,875} = 0.0001 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN -

86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 2 mm.

15.5.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$
$$h, l = 1,5 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. } s = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 1,5^2 * 1.8^2}{0,25 * 7,5 * 0.26} = 0.0015 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,5 mm.

15.6. Strop dolny

15.6.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25$$
$$h, l = 1,5 \text{ m.}, I = 7,5 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 1,5^2}{0,25 * 7,5} = \frac{0.0002}{1,875} = 0.0001 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN -

86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 2 mm.

15.6.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 60 \text{ min} = 0,25 \text{ h}, l = 1,5 \text{ m}, I = 7,5 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 1,5^2 * 1.8^2}{0,25 * 7,5 * 0.26} = 0.0015 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,5 mm.

16.0. OPCJA DO ZDJĘĆ

16.1. Ściana „A”,

Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

16.1.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 3 \text{ m}, I = 50 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 3^2}{0,008 * 50} = \frac{0.0009}{0,41} = 0.002 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,6 mm.

16.1.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 3^2 * 1.8^2}{0,008 * 50 * 0.26} = 0.03 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0.4 mm.

16.2. Ściana „B”, korytarz:

Do ściany tej zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cGy}$$

16.2.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 3^2}{0,008 * 50} = \frac{0.0009}{0,41} = 0.002 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,6 mm.

16.2.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 3^2 * 1.8^2}{0,008 * 50 * 0.26} = 0.03 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0.4 mm.

16.3. Ściana „C”

16.3.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 3^2}{0,008 * 50} = \frac{0.0009}{0,41} = 0.002 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,6 mm.

16.3.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 3 \text{ m.}, I = 50 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 3^2 * 1.8^2}{0,008 * 50 * 0.26} = 0.03 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0.4 mm.

**16.4. Ściana „D” – nie podlegała obliczeniom
OR,**

16.5. Stropy pomieszczenia: dolny i górny:

Do osłon tych zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.0001 \text{ cG}$$

16.5.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008$$

$h, l = 1,5 \text{ m}, I = 50 \text{ mA},$

$$c_1 = \frac{0.0001 * 1,5^2}{0,008 * 50} = \frac{0.0002}{0,41} = 0.0005 \text{ cGy} * h^{-1} * m^2 * mA^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1,5 mm.

16.5.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.0001 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 1,5 \text{ m}, I = 50 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.0001 * 1,5^2 * 1.8^2}{0,008 * 50 * 0.26} = 0.006 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 1 mm.

16.6. Stałe miejsce pracy lekarza (w odl. 0.5 m od osi głównej wiązki promieniowania)

Do tego miejsca zgodnie z założeniami dociera jedynie promieniowanie rozproszone od ciała pacjenta i osłon. Zatem przyjmuje się, że dawka D^* od każdego z nich nie może przekroczyć 50% dawki granicznej (największej dopuszczalnej), tzn.:

$$D^* = 1/2D = 0.02 \text{ cGy}$$

16.6.1. Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta.

$$D^* = 0.02 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 0,5 \text{ m}, I = 50 \text{ mA},$$

$$c_1 = \frac{0.02 * 0,5^2}{0,008 * 50} = \frac{0.005}{0,41} = 0.012 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotność takiego osłabiania można osiągnąć stosując materiał o równoważniku ołowiu wynoszącym 0,4 mm.

16.6.2. Osłabienie osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez osłonę betonową.

$$D^* = 0.02 \text{ cGy}, t = T * U * t_0 = 1 * 0.25 * 2 \text{ min} = 0,008 \text{ h}, l = 0,5 \text{ m}, I = 50 \text{ mA}, f = 1.8 \text{ m. s} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$c_2 = \frac{0.02 * 0,5^2 * 1.8^2}{0,008 * 50 * 0.26} = 0.16 \text{ cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$$

Zgodnie z PN - 86/J - 80001 krotności takiego osłabiania – nie normuje się.

17.0. Zestawienie wyników obliczeń:

a) ściany pomieszczeń:

Nazwa pracowni, lokalizacja	Ściany pracowni i stropy	ISTNIEJĄCE OSŁONY PRZED PROMIENIO WANIEM (wg. równoważni ków Pb)	DODATKOWE OSŁONY PRZED PROMIENIO WANIEM W mm Pb
<i>Pracownia hemodynamiki</i>	A	1,5	0
	B	1,0	0,8
	C	0	0
	D	0	0
<i>Stropy pracowni</i>	Góra	5	0
	Dół	5	0
<i>Angiografia</i>	A	1,5	0
	B	0,5	0,7

	C	0	0
	D	0	0
<i>Stropy pracowni</i>	Góra	5,0	0
	Dół	5,0	0
<i>Sala zabiegowa (Kardiowertery) nr 19</i>	A	1,5	0
	B	0,5	0,7
	C	1,2	0
	D	0	0
<i>Stropy pracowni</i>	Góra	5,0	0
	Dół	5,0	0
<i>Sala zabiegowa (stymulatory) nr 22</i>	A	0,5	0,7
	B	1,5	0
	C	0,5	0,7
	D	0	0
<i>Stropy pracowni</i>	Góra	5,0	0
	Dół	5,0	0

b) skrzydła drzwiowe i okna obserwacyjne:

Pracownia	Nazwa elementu do osłony	Osłona w mm Pb, Miejsce w osłonie stałej			
		A	B	C	D
Hemodynamika	Drzwi wejściowe	1,5	0	0	0
	Okienko sterowni	1,5	0	0	0
Angiografia	Drzwi wejściowe	1,5	0	0	0
	Okienko sterowni	1,5	0	0	0
Kardiowertery	Drzwi wejściowe	0	1,2	1,2	0
Stymulatory	Drzwi wejściowe	1,2	1,2	1,2	0
	Okienko pokoju obserwacyjnego	0	0	1,2	0

dr **PIOTR DEMCZUK**
 INSPEKTOR
 OCHRONY PRZED PROMIENIOWANIEM
 Uprawnienia Przewodzący
 Państwowej Agencji Atomistyki
 Nr 1431/B/2031