


Wykonawca:	 "RENTGEN-SERWIS ZYGMUNT KOSS" RAFAŁ KOSS ul. Jagiellońska 13 80-371 Gdańsk
Zleceniodawca:	P. W. MEDES 86-005 Białe Błota
Opracowanie:	Projekt pracowni z obliczeniami grubości osłon ochronnych stałych oraz osłon osobistych dla obsługi przed promieniowaniem jonizującym, a także z informacją o wentylacji
Lokalizacja:	Chojnice, ul. Leśna 10
Jednostka organizacyjna:	Szpital Specjalistyczny im. J. K. Łukowicza ul. Leśna 10 89-600 Chojnice
Komórka organizacyjna:	Pracownia Kardiologii Inwazyjnej Szpitala Specjalistycznego im. J. K. Łukowicza ul. Leśna 10, 89-600 Chojnice
Gabinety:	Gabinet hemodynamiczny, Gabinet wszczepień rozruszników
Aparatura:	Kardioangiograf, aparat z ramieniem C
Data:	grudzień 2009 r.
Projektował i kreślił:	Rafał Koss

## 5. Obliczenia osłon

### 5.1 Założenia, dane i współczynniki

#### 5.1.1 Parametry techniczne aparatu rentgenowskiego

Obliczenia dla sali hemodynamicznej (sala angiografii) przeprowadzono przy założeniu, że w gabinecie może być stosowany typowy kardioangiograf o podanych niżej parametrach:

moc generatora	100 kW
napięcie anodowe	40 – 120 kV (nominalne)
filtracja	min. 2,5 mm Al
prąd anodowy	
fluoro	200 mA
cine	1200 mA przy 80 kV (nominalny) 1000 mA przy 100 kV 800 mA przy 120 kV
ekspozycja	pulsowa
ilość obrazów (klatek) s <sup>-1</sup> .	od 1/s do 30/s (max: fluoro – 10/s; cine – 30/s)
czas jednego pulsu (klatki)	2 - 50 ms, (średnio: fluoro – 20 ms; cine – 5 ms)

Odnośnie sali wszczepiania rozruszników przyjęto, że stosowane będzie typowe ramię C z opcją skopii pulsowej, o podanych niżej parametrach.

moc generatora	10 kW
napięcie anodowe	40 – 110 kV (nominalne)
filtracja	min. 2,5 mm Al
prąd anodowy	
skopia ciągła	max 3 mA
skopia pulsowa	max 25 mA
ilość obrazów (klatek) s <sup>-1</sup> .	od 0,5/s do 10/s
czas jednego pulsu (klatki)	średnio 20 ms

#### 5.1.2 Oblicza się wyłącznie osłony przed promieniowaniem rozproszonym w tkance

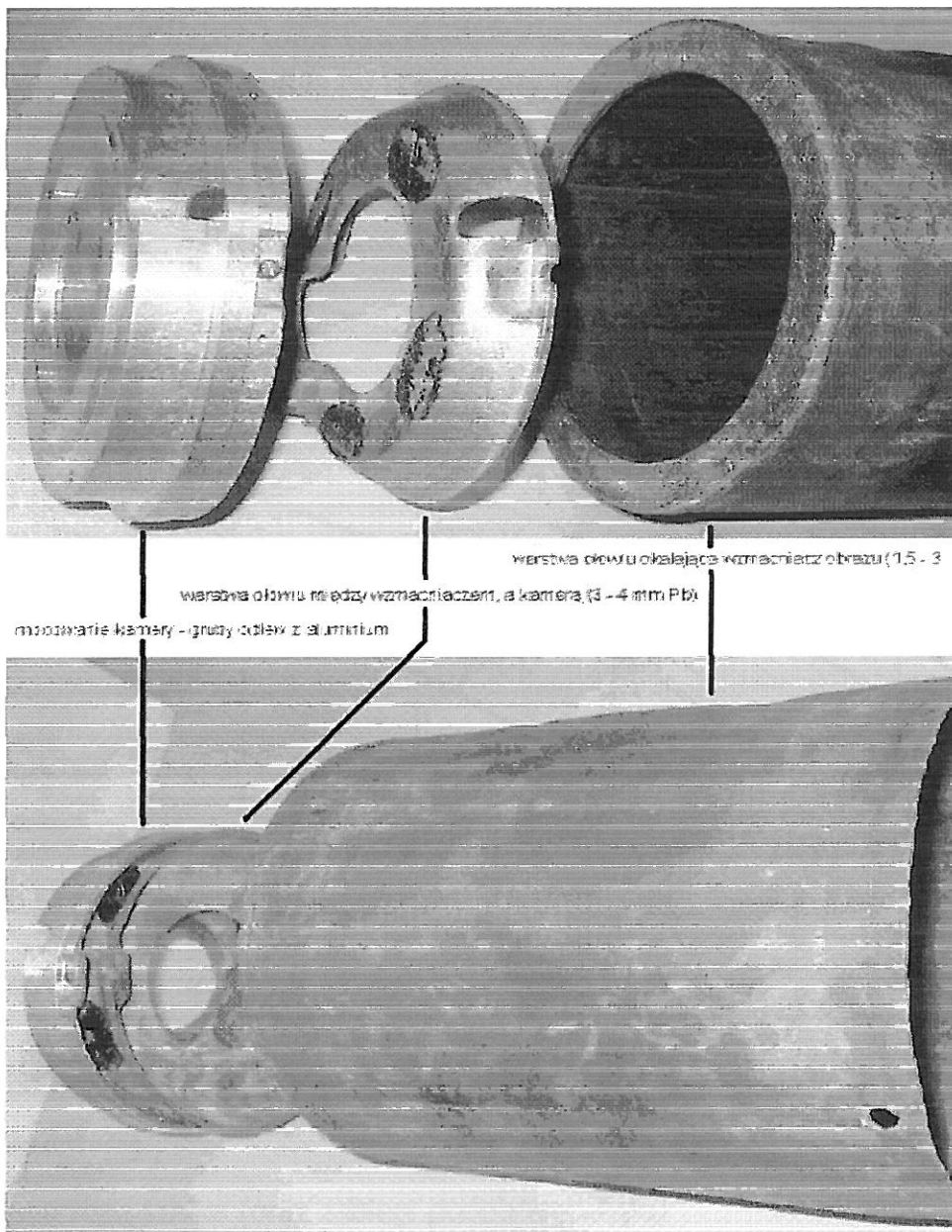
Konstrukcja aparatów z ramieniem C wyklucza skierowanie wiązki głównej poza korpus rejestratora obrazu, nawet przy maksymalnym otwarciu ogranicznika głębinowego.

Na wlocie rejestratora obrazu, czyli wzmacniacza obrazu lub panelu cyfrowego umieszczona jest kratka przeciwozproszeniowa. Promieniowanie pierwotne dociera przez nią do wnętrza obudowy. Wiązka główna oraz promieniowanie rozproszone, powstające wewnątrz rejestratora, pochłaniane są w grubej warstwie ołowiu, którą wyłożona jest obudowa wzmacniacz i obudowa kamery. Kratka przeciwozproszeniowa stanowi także

osłonę ograniczającą wydostawanie się promieniowania rozproszonego na zewnątrz. Schematycznie przedstawiono to na poniższym szkicu:



Przykładowy wygląd osłon wzmacniacza pokazano na poniższych zdjęciach:



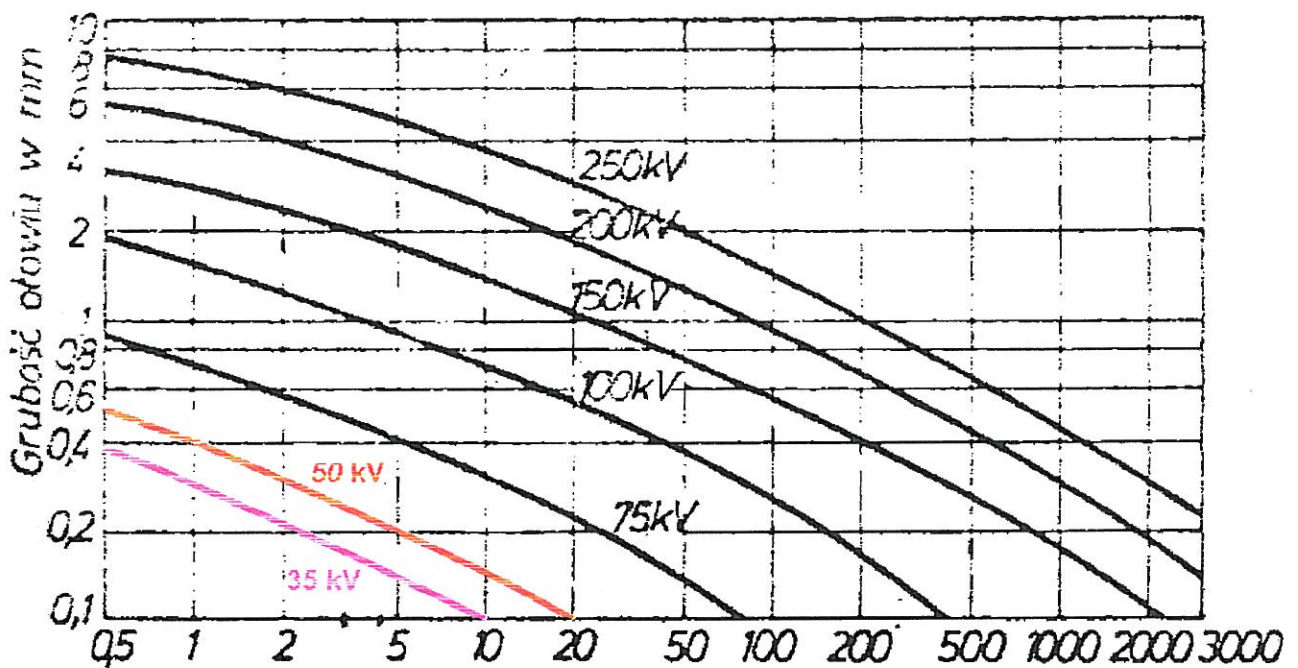
W związku z tym nie obliczono wartości  $k$  dla wiązki głównej oraz  $C_2$  dla ścian i stropów.

Producenci aparatów nie zawsze podają moc dawki promieniowania ubocznego. Jednakże z doświadczenia wiadomo, iż wpływ tego promieniowania na grubość osłon jest pomijalny

Z powyższego wynika, że podczas stosowania aparatów z ramieniem C, do miejsc chronionych dociera praktycznie tylko promieniowanie rozproszone w tkance pacjenta.

### 5.1.3 Metodologia obliczeń

Obliczenia osłon wykonano wyznaczając współczynnik  $C_1$  dla mAs stosowanych przy średnim napięciu 75 kV i znajdując na rysunku 3 normy PN-86/J-80001 odpowiadającą tej wartości grubość warstwy ołowiu dla tego napięcia. Nie korzystano z krzywych dla napięć zbliżonych do nominalnych, gdyż wymagałoby to znalezienia mAs dla nowego napięcia (wartość obciążenia mAs znacznie by spadła przy przeliczeniu z 75 na 120 kV).



Rys. 3 PN-86/J-80001 Zredukowana moc dawki  $C_1$ ,  $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}$

### 5.1.4 Obciążenie aparatury rtg

#### Przewidywana ilość badań:

- koronarografia	1000/rok
- koronaroplastyka	500/rok
- wszczepienie rozrusznika (oraz zabiegi podobnego typu)	500/rok

Czas emisji:

Przeciętny czas stosowany w procedurze danego rodzaju obliczono w oparciu o typowe warunki pracy w pracowniach hemodynamicznych, przyjmując stosowane w praktyce: czas ekspozycji, ilość pulsów na sekundę oraz długość pulsu. Poszczególne wartości obliczono oddzielnie dla fluoro i dla cine.

## ANGIO

## Koronarografia:

fluoroscopia	$180 \text{ s} \times 10/\text{s} \times 20 \text{ ms} = 36,0 \text{ s}$	rocznie: $36,0 \text{ s} \times 1000 = 10,0 \text{ h}$
cine	$20 \text{ s} \times 30/\text{s} \times 5 \text{ ms} = 3,0 \text{ s}$	rocznie: $3,0 \text{ s} \times 1000 = 0,8 \text{ h}$

## Koronaroplastyka:

fluoroscopia	$120 \text{ s} \times 10/\text{s} \times 20 \text{ ms} = 24,0 \text{ s}$	rocznie: $24,0 \text{ s} \times 500 = 3,3 \text{ h}$
cine	$150 \text{ s} \times 30/\text{s} \times 5 \text{ ms} = 22,5 \text{ s}$	rocznie: $22,5 \text{ s} \times 500 = 3,1 \text{ h}$

Łącznie:	Fluoro	13,3 h/rok
	Cine	3,9 h/rok

## STYMULATORY

Wszczepienie rozrusznika: ok. 3000 klatek fluoro

fluoroscopia	$200 \text{ s} \times 10/\text{s} \times 20 \text{ ms} = 40,0 \text{ s}$	rocznie: $40,0 \text{ s} \times 500 = 5,6 \text{ h}$
--------------	--	--

Parametry badań:

## ANGIO

*FLUORO*

Prąd nominalny dla fluoro wynosi zwykle do 200 mA.

Stosowanie w kardioangiografach wyłącznie techniki pulsowej powoduje redukcję efektywnego prądu lampy w zależności od ilości pulsów:

$10 \text{ s}^{-1} \times 0,020 \text{ s} \times 200 \text{ mA} = 40 \text{ mA}$  dla dziesięciu pulsów na sekundę.

*CINE*

Prąd nominalny dla cine wynosi zwykle do 1200 mA.

Technika pulsowa powoduje redukcję efektywnego prądu lampy w zależności od ilości klatek na sekundę:

$30 \text{ s}^{-1} \times 0,005 \text{ s} \times 1200 \text{ mA} = 180 \text{ mA}$  dla dwudziestu pięciu klatek na sekundę i 75 kV

Obciążenie aparatu ANGIO w ciągu roku:

Fluoro	13,3 h/rok × 40 mA	=	532 mAh/rok
Cine	3,9 h/rok × 180 mA	=	702 mAh/rok
Łącznie			1234 mAh/rok

## STYMULATORY

Aparaty z ramieniem C stosowane do wszczepiania rozruszników mogą pracować w trybie niskoprądowym (do 3 mA) lub o podwyższonym prądzie anodowym (przeciętnie do 25 mA). Tryb niskoprądowy daje obraz o dużym szumie, ale umożliwia ciągły podgląd badanego obszaru. Tryb o podwyższonym prądzie polepsza jakość obrazu. Z zasady jest on możliwy tylko w trybie pulsowym.

W praktyce, przy zabiegach kardiologicznych stosuje się wyłącznie technikę pulsową. Dla dziesięciu pulsów na sekundę mamy wtedy efektywny prąd lampy przy 75 kV:

$$10 \text{ s}^{-1} \times 0,020 \text{ s} \times 25 \text{ mA} = 5 \text{ mA.}$$

Obciążenie aparatu z ramieniem C w ciągu roku:

$$\text{Fluoro} \quad 5,6 \text{ h/rok} \times 5 \text{ mA} \approx 30 \text{ mAh/rok}$$

*5.1.5 Dawki graniczne, limity użytkowe i dawki cząstkowe*Dawki graniczne:

- dla osób obok pracowni rtg 0,5 mSv/rok  $\approx$  0,44 mGy/rok
- dla osób w pracowni rtg 1,0 mSv/rok  $\approx$  0,44 mGy/rok
- dla pracowników (nie wykonujących badań rtg) 3,0 mSv/rok  $\approx$  2,62 mGy/rok
- dla osób wykonujących badania, kat. B 6,0 mSv/rok  $\approx$  5,24 mGy/rok

Limity użytkowe (ograniczniki) dawek D:

W obliczeniach przyjęto następujące limity:

- dla osób obok pracowni rtg 0,5 mSv/rok  $\approx$  0,44 mGy/rok
- dla pracowników i osób w pracowni 1,0 mSv/rok  $\approx$  0,87 mGy/rok
- dla osób wykonujących badania, kat. B 6,0 mSv/rok  $\approx$  5,24 mGy/rok

Dawki cząstkowe

Z uwagi na to, że nie uwzględnia się innego promieniowania niż rozproszone w tkance – nie trzeba dzielić dawek granicznych lub przyjętych ograniczników na dawki cząstkowe.