

**Szpital Uniwersytecki im. Karola Marcinkowskiego w
Zielonej Górze spółka z o.o.
65 – 046 Zielona Góra ul. Zyty 26**

**OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH PRZED
PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM
DLA MAMMOGRAFICZNEGO APARATU
RENTGENOWSKIEGO**

Inspektor Ochrony Radiologicznej
UDR/0: IOR-1: IOR-3
PAA nr IOR/185/2015
Wojciech Janczak

1. Przedmiot opracowania.....	2
2. Materiały źródłowe.....	2
zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego.....	2
4. Wymagana dokumentacja.....	2
5. Usytuowanie i wyposażenie pracowni rentgenowskiej.....	3
6. Instalacja aparatu	3
7. Wentylacja	3
8. Dawki graniczne.....	3
9.Czas pracy aparatu rtg	4
9.Kierunki promieniowania	4
10. Obliczanie osłon stałych.....	4
11.Obliczenia szczegółowe	5
12. Zestawienie osłon	7
13. Uwagi:.....	7

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania są obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym dla drugiego mammografu zainstalowanego w gabinecie mammografii, wyszczególnienie warunków jakie powinien spełniać gabinet rentgenowski oraz zasad pracy związanej z posługiwaniem się aparatem rentgenowskim.

2. Materiały źródłowe

1. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. - Prawo atomowe - Dz. U. 2019 r. poz. 1792 t.j.
2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 12 listopada 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej
3. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. Nr 180 z 2006r.)
4. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego(Dz.U. Nr 20 z 3 lutego 2005r., poz.168)
5. Norma PN – 86/J-80001 – Obliczanie osłon stałych.
6. Dokumentacja techniczna aparatu.
7. Informacje udzielone przez użytkownika.

zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego

1. Do wniosku o wydanie **zezwolenia** na uruchomienie i stosowanie aparatu rentgenowskiego w celach medycznych, należy dołączyć:
 - Informację charakteryzującą urządzenie wytwarzające promieniowanie jonizujące,
 - Informację o uprawnieniach osób zatrudnionych na stanowiskach wymagających specjalnych uprawnień oraz uprawnieniach inspektora ochrony radiologicznej,
 - Określenie rodzaju i zakresu prowadzonej kontroli narażenia pracowników na promieniowanie jonizujące oraz kontroli środowiska pracy i otoczenia,
 - Program zapewnienia jakości, której dotyczy wniosek;
 - Dokumentację techniczną i instrukcję obsługi aparatu;
 - Dokumentację projektową pracowni rentgenowskiej z zastosowanymi osłonami;
 - Instrukcję pracy z aparatem rentgenowskim, ustalającą szczegółowe zasady postępowania w zakresie ochrony radiologicznej;
 - Zakładowy plan postępowania awaryjnego
 - Dokument potwierdzający spełnienie akceptacyjnych testów kontroli parametrów technicznych aparatu rentgenowskiego.

4. Wymagana dokumentacja

W pracowni rentgenowskiej powinny znajdować się w oryginale lub uwierzytelnionych odpisach:

- plan sytuacyjny gabinetu wraz z opisem zastosowanych osłon stałych, zatwierdzony przez właściwego Państwowego Inspektora Sanitarnego,
- dokumentacja techniczna dotycząca montażu, naprawy i obsługi aparatu rtg,
- protokoły pokontrolne Państwowej Inspekcji Sanitarnej,
- ewidencja :
- osób zatrudnionych w gabinecie rtg z podziałem na kategorię narażenia,
- dawek indywidualnych otrzymanych przez pracowników,
- orzeczeń lekarskich zezwalających na pracę w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące;

5. Usytuowanie i wyposażenie pracowni rentgenowskiej

5.1 Lokalizacja

Pracownia rentgenowska o pow. 25,8 m², h = 3,3 m zlokalizowana jest na parterze projektowanego budynku wolnostojącego na terenie Szpitala Uniwersyteckiego w Zielonej Górze..

5.2 Źródło promieniowania.

Źródłem promieniowania jest lampa rentgenowska mammograficznego aparatu rtg.

Filtracja całkowita > 2,5 mmAl (z filtrami 0,5 mm Al. lub 0,03 mm Mo)

Nominalne napięcie lampy RTG: 35 kV

• Najwyższy dostępny prąd lampy RTG przy napięciu 50 kV, , generator: 400 mAs. Generator – HF 22,5kHz

Ogniska :

małe 0,1mm

duże 0,3 mm

5.3 Oznakowanie gabinetu rentgenowskiego:

- drzwi do gabinetu powinny być oznakowane znakiem ostrzegawczym przed promieniowaniem jonizującym;
- w widocznym miejscu (np. na drzwiach gabinetu, w rejestracji), powinna znajdować się informacja o konieczności poinformowania osoby wykonującej badanie rentgenowskie o ciąży pacjentki.

5.4. Wyposażenie gabinetu rentgenowskiego:

- mammograficzny aparat rentgenowski ;
- komplet osłon będących wyposażeniem zestawu dostarczonego przez producenta;
- stacja opisowa,
- aparatura i sprzęt do kontroli procesu obrazowania w zakresie testów podstawowych;
- środki ochrony indywidualnej pracowników w szczególności fartuchy, rękawice i kołnierze z gumy ołowiowej;
- osłony dla pacjentów, fartuchy i półfartuchy oraz kołnierze wykonane z gumy ołowiowej;

6. Instalacja aparatu

Gabinet rentgenowski, w którym zamontowany jest aparat rentgenowski, należy wyposażyć w takie urządzenia ochronne i zabezpieczające oraz tak organizować w nich pracę, aby dawki promieniowania jonizującego otrzymywane przez osoby zatrudnione w gabinecie i w pomieszczeniach przyległych, a także przez osoby przebywające w sąsiedztwie były tak małe, jak tylko jest to osiągalne, a w żadnym razie nie przekraczały dawek granicznych, określanych w przepisach odrębnych.

W gabinecie rentgenowskim, w którym zainstalowany jest aparat rentgenowski wyposażony w świetlny wskaźnik wielkości napromienianego pola lub w tor wizyjny należy zapewnić możliwość przyciemniania oświetlenia.

Aparat rentgenowski zostanie zainstalowany w sposób zapewniający, że:

- będzie zapewniony swobodny dostęp do pacjenta z co najmniej dwóch stron;
- będzie łączność audio-wizualna operatora z pacjentem;
- przewody instalacyjne, montażowe będą prowadzone w odpowiednich kanałach i przepustach w sposób nie pogarszający ochrony osłon stałych,
- wszelkie przepusty należy wykonywać pod kątem w dwóch płaszczyznach,
- sygnalizacja wykonania ekspozycji będzie słyszalna i widzialna dla operatora;
- nad drzwiami do gabinetu zostanie umieszczona ostrzegawcza sygnalizacja świetlna, włączana równocześnie z zasilaniem generatora.
- Zasilanie elektryczne – zgodnie z wymogami producenta.

7. Wentylacja

Gabinety rentgenowskie są wyposażone w wentylację zapewniającą co najmniej 1,5 – krotną wymianę powietrza w ciągu godziny.

Wymagana krotność wymiany powietrza $k = 127,71 \text{ m}^3/\text{h}$.

8. Dawki graniczne

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego(Dz.U.Nr 20 z 3 lutego 2005r. poz.168)

Dawka graniczna dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące, w ciągu kolejnych 12 miesięcy wynosi :

20 mSv i jest wyrażona jako równoważnik dawki, jeśli napromieniowanie całego ciała jest równomierne.

Dawka graniczna dla osób zamieszkałych lub przebywających w ogólnie dostępnym otoczeniu źródeł promieniowania jonizującego, w tym również obiektu jądrowego, oraz narażonych wskutek skażeń promieniotwórczych środowiska, wyrażona jako efektywny równoważnik dawki w ciągu **12 miesięcy wynosi 1 mSv**.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. z 2006r.Nr 180, poz. 1325) konstrukcja ścian, stropów, okien, drzwi oraz zainstalowane urządzenia w pracowni rentgenowskiej, zabezpieczają osoby pracujące w gabinecie rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej:

- 6 mSv w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej;
- 3 mSv w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim;
- 0,5 mSv w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie ;
- 0,1 mSv jeżeli pracownia rentgenowska znajduje się w budynku mieszkalnym.

9.Czas pracy aparatu rtg

Z informacji udzielonych przez użytkownika aparat będzie wykonywał 400 ekspozycji tygodniowo. Ze względu na fakt, że mA i czas ekspozycji ustalany jest przez automatykę aparatu, tygodniowy obciążenie lampy wyznaczono zgodnie z normą Medizinische Röntgenanlagen bis 300kV; DIN 6812:2002-06 tabela A.2

$$W = I \cdot t_0 = 60\,000 \text{ mAs/tydz}$$

Czas narażenia na promieniowanie w tygodniu obliczany jest ze wzoru :

$$t = T \cdot U \cdot W$$

gdzie:

T – współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu,

U – współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczanej osłony,

W – maksymalny czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia na jednej zmianie, w mAs.

przyjęte wartości dla T:

1 - dla miejsc stałego przebywania ludzi (mieszkania, miejsce zabaw dla dzieci)

0,25 – dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi (np. korytarze , WC, stołówki itp.)

0,05 – dla miejsc krótkiego przebywania ludzi (ulice, place, klatki schodowe),

przyjęte wartości dla U:

1 – dla podłóg

1 – dla ścian i sufitów, jeżeli przewiduje się ich napromienianie wiązką główną,

0,25 – dla ścian nie napromienianych wiązką główną,

0,05 – dla sufitów nie napromienianych wiązką główną.

9.Kierunki promieniowania

W trakcie normalnej pracy wiązka główna kierowana jest na podłogę oraz pod kątem 35° w kierunku osłony 1 i 3.

Wiązka jest rozpraszana przez pacjentkę oraz urządzenia mammografu (kratka, stolik) – **obliczenia pominięto**.

Dla pozostałych osłon wykonano obliczenia dla wiązki rozproszonej jako istotne narażenie.

10. Obliczanie osłon stałych

1. Obliczeń dokonano zgodnie z PN – 86 / J – 80001.
2. Norma DIN 6812:2002-06 - Medizinische Röntgenanlagen bis 300kV.
3. Do wyznaczenia krotności osłabiania przyjęto maksymalne wartości 50 kV i 60 000 mAs/tydz.
4. D – dla osób narażonych zawodowo obliczono z przyjętego limitu użytkowego dawki
= 3mSv/rok

Krotność osłabienia promieniowania pierwotnego przez osłonę obliczono wg wzoru:

$$k = \frac{D' * W * y}{D * l^2}$$

Krotność osłabienia promieniowania rozproszonego przez osłonę obliczono wg wzoru:

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

Gdzie:

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

$W = I * t$ - obciążenie radiacyjne gabinetu.

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rtg w mA,

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym, w min,

D - dla pracowników zatrudnionych w warunkach narażenia kat „B” z przyjętego limitu użytkowego dawki $3\text{mSv/rok} = 0,06 \text{ mSv/tydz}$.

D - dla pozostałych osób - $0,01 \text{ mSv/tydz}$

l - najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy , w m.

y - współczynnik osłabienia w ośrodku.

Dla promieniowania rozproszonego zredukowaną moc dawki w $\text{cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$ obliczono ze wzoru :

11. Obliczenia szczegółowe

Oslona 1 – PO 1 - osłonę stanowi ściana wykonana z cegły silikat o grubości 24 cm i gęstości $1,6 \text{ gcm}^{-3}$.
Miejscem osłanianym jest teren zewnętrzny, trawnik.

Wiązka rozproszona

T	0,25		D =	0,00087	cGy /tydz.
U	1		$l^2 =$	3,61	m^2
t_0	60000	mAsek/tydz	t =	4,1667	mAh/tydz
t=	4,1667	mAh/tydz	i =	1	mA
			C1=	0,0008	$\text{cGy} * \text{h}^{-1} * \text{m}^2 * \text{mA}^{-1}$

Wymagana grubość osłony z Pb dla takiej krotności wynosi 0.2 mm.

Wnioski:

Ściana z cegły silka o grubości 24 cm i gęstości $1,6 \text{ gcm}^{-3}$ jest wystarczającym zabezpieczeniem przed promieniowaniem jonizującym pochodzącym z aparatu w w/w warunkach pracy.

Oslona 2 – PO 2 - osłonę stanowi ściana wykonana z cegły silka o grubości 24 cm i gęstości $1,6 \text{ gcm}^{-3}$. W osłonie znajduje się okno.

Miejsce osłanianie – teren zewnętrzny, trawnik.

Wiązka rozproszona

**OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH PRZED PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM
DLA MAMMOGRAFICZNEGO APARATU RENTGENOWSKIEGO**
Szpital Uniwersytecki im. Karola Marcinkowskiego w Zielonej Górze spółka z o.o.
65 – 046 Zielona Góra ul. Zyty 26

T	0,25	
U	1	
t ₀	60000	mAsek/tydz
t=	4,1667	h/tydz

D =	0,00087	cGy /tydz.
l ² =	2,5921	m ²
t =	4,1667	mAh/tydz
i =	1	mA
C1=	0,0005	cGy * h⁻¹ * m² * mA⁻¹

Wymagana grubość osłony z Pb dla takiej krotkości wynosi ok. 0.2 mm.

Wnioski:

Ściana z cegły o grubości 20 cm i gęstości 1,6 gcm⁻³ jest wystarczającym zabezpieczeniem przed promieniowaniem jonizującym pochodzącym z aparatu w w/w warunkach pracy. Okno nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń przed promieniowaniem jonizującym w w/w warunkach.

Oszona 3-PO 3 - osłonę stanowi ściana wykonana z cegły silka o grubości 12 cm i gęstości 1,6 gcm⁻³.
Miejsce osłanianie – pracownia USG.

Wiązka rozproszona

T	1	
U	1	
t ₀	60000	mAsek/tydz
t=	16,6667	h/tydz

D =	0,00087	cGy /tydz.
l ² =	16	m ²
t =	16,6667	mAh/tydz
i =	1	mA
C1=	0,0008	cGy * h⁻¹ * m² * mA⁻¹

Wymagana grubość osłony z Pb dla takiej krotkości wynosi 0.2 mm.

Wnioski:

Ściana z cegły o grubości 12 cm i gęstości 1,6 gcm⁻³ jest wystarczającym zabezpieczeniem przed promieniowaniem jonizującym pochodzącym z aparatu w w/w warunkach pracy.

Oszona 4-PO 4 - osłonę stanowi ściana wykonana z cegły silka o grubości 12 cm i gęstości 1,6 gcm⁻³. W osłonie znajdują się drzwi „A” do gabinetu.
Miejsce osłanianie – korytarz, poczekalnia.

Wiązka rozproszona

T	0,25	
U	1	
t ₀	60000	mAsek/tydz
t=	4,1667	mAh/tydz

D =	0,00087	cGy /tydz.
l ² =	22,09	m ²
t =	4,1667	mAh/tydz
i =	1	mA
C1=	0,0046	cGy * h⁻¹ * m² * mA⁻¹

Wymagana grubość osłony z Pb dla takiej krotkości wynosi 0.15 mm.

Wnioski:

Ściana z cegły o grubości 12 cm i gęstości 1,6 gcm⁻³ jest wystarczającym zabezpieczeniem przed promieniowaniem jonizującym pochodzącym z aparatu w w/w warunkach pracy.
Drzwi „A” – stalowe o grubości min. 1 mm.

Oszona 5 – PO 5 - osłonę stanowi ściana wykonana z cegły siliakat o grubości 24 cm i gęstości 1,6 gcm⁻³.
Miejsce osłanianym jest teren zewnętrzny, chodnik, komunikacja..

Wiązka rozproszona

**OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH PRZED PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM
DLA MAMMOGRAFICZNEGO APARATU RENTGENOWSKIEGO**
Szpital Uniwersytecki im. Karola Marcinkowskiego w Zielonej Górze spółka z o.o.
65 – 046 Zielona Góra ul. Zyty 26

T	0,25	
U	1	
t ₀	60000	mAsek/tydz
t=	4,1667	mAh/tydz

D =	0,00087	cGy /tydz.
l ² =	19,2721	m ²
t =	4,1667	mAh/tydz
i =	1	mA
C1=	0,0040	cGy * h⁻¹ * m² * mA⁻¹

Wymagana grubość osłony z Pb dla takiej krotności wynosi 0.12 mm.

Wnioski:

Ściana z cegły silka o grubości 24 cm i gęstości 1,6 gcm⁻³ jest wystarczającym zabezpieczeniem przed promieniowaniem jonizującym pochodzącym z aparatu w w/w warunkach pracy.

Miejsce wykonywania zdjęć.

Ekspozycja wykonywana z za szyby ochronnej dostarczanej przez producenta.

Wiązka rozproszona.

T	1	
U	1	
t ₀	60000	mAsek/tydz
t=	16,6667	mAh/tydz

D =	0,0052	cGy /tydz.
l ² =	3,24	m ²
t =	16,6667	mAh/tydz
i =	1	mA
C1=	0,0010	cGy * h⁻¹ * m² * mA⁻¹

Wymagana grubość osłony z Pb dla takiej krotności wynosi 0.2 mm.

Wnioski:

Oslona o równoważniku 0,5 mmPb jest wystarczającym zabezpieczeniem przed promieniowaniem jonizującym pochodzącym z aparatu rtg w w/w warunkach pracy.

12. Zestawienie osłon

Osłona	Materiał	Równow. grubość osłony z Pb		Wnioski/uwagi
		wymagana	Istniejąca	
PO 1	silka - gr. 24 cm o gęst. 1,6 gcm ⁻³	0,2 mm	>1 mm	wystarczająca
PO 2	silka - gr. 24 cm o gęst. 1,6 gcm ⁻³	0,2 mm	>1 mm	Jw.
PO 3	silka - gr. 12 cm o gęst. 1,6 gcm ⁻³	0,2 mm	>1 mm	jw
PO 4	silka - gr. 12 cm o gęst. 1,6 gcm ⁻³	0,15 mm	>1 mm	jw
PO 5	silka - gr. 24 cm o gęst. 1,6 gcm ⁻³	0,12 mm	>1 mm	jw
Drzwi „A”	Stalowe	0,12 mm		Grubość stali min. 0,5 mm

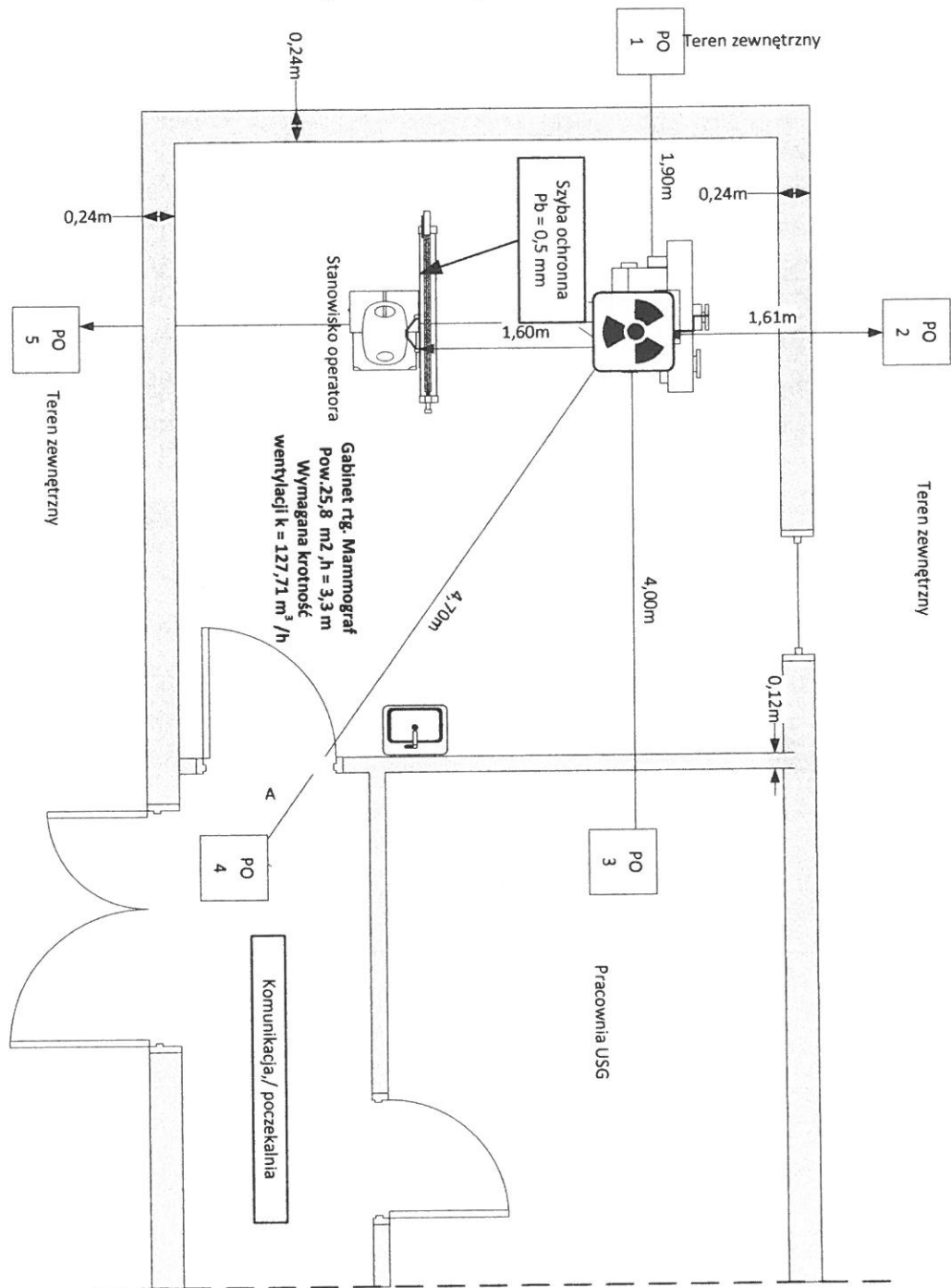
13. Uwagi:

- Nad drzwiami „A” należy zamontować sygnalizację ostrzegawczą włączaną równocześnie z zasilaniem wysokiego napięcia,
- Przed oddaniem aparatu do użytku należy przeprowadzić testy akceptacyjne aparatu i pomiary dozymetryczne sprawdzające skuteczność osłon oraz skuteczności wentylacji.
- Przyjęte założenia warunków ekspozycji spełniają wymogi dla wszystkich typów aparatów mammograficznych.
- O wszelkich zmianach typu i miejsca montażu aparatu należy powiadomić właściwego PWIS.
- W gabinecie powinien znajdować się sprzęt do wykonywania testów podstawowych.
- Nie wykonano obliczeń dla stropu (dach) i podłogi – brak pomieszczeń .

Inspektor Ochrony Radiologicznej
Urząd IOR-0: IOR-1: IOR-3
PAA/10R/185/2015
Włodzisław Janusz

Gabinet mammografii

Szpital Uniwersytecki im. Karola Marcinkowskiego w Zielonej Górze sp. z o.o.



Punkty obliczeniowe



Lampa rtg

Inspektor Ochrony Radiologicznej
upr. IOR-0; IOR-1; IOR-3
PAA nr IOR/185/2015

Wioletta S...

ZATWIERDZAM:

LUBUSKI PAŃSTWOWY WOJEWÓDZKI
INSPEKTOR SANITARNY
w Gorzowie Wlkp.
lek. med. Dorota Konaszczuk
specjalista epidemiolog