

Biuro
Studiów i Projektów
Budownictwa MSW Spółka z o.o.
02-956 Warszawa, ul. Rumiana 69



Telefony: Prezes tel./fax 885 62 19
Centrala tel./fax 885 26 90; 642 62 10
<http://www.bsipbmsw.pl/>
e-mail: biuro@bsipbmsw.pl
projekt@bsipbmsw.pl

NIP – 521-31-44-978
REGON – 016440985

OBIEKT: Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Działdowie przy ul. Leśnej 1.

OCHRONA RADIOLOGICZNA

działalności pracowni tomografu komputerowego w obiekcie jw.

BRANŻA: architektura

INWESTOR: Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Działdowie przy ul. Leśnej 1.

Projektant:

proj. arch. M. Kurcz.....

Biuro
Studiów i Projektów
Budownictwa MSW Spółka z o.o.
02-956 Warszawa, ul. Rumiana 69



Telefony: Prezes tel./fax 885 62 19
Centrala tel./fax 885 26 90; 642 62 10
<http://www.bsipbmsw.pl/>
e-mail: biuro@bsipbmsw.pl
projekt@bsipbmsw.pl

NIP – 521-31-44-978
REGON – 016440985

OBIEKT: Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Działdowie
przy ul. Leśnej 1.

OCHRONA RADIOLOGICZNA

działalności pracowni tomografu komputerowego w obiekcie jw.

BRANŻA: architektura

INWESTOR: Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Działdowie
przy ul. Leśnej 1.

Projektant:

proj. arch. M. Kurcz.....

**OCHRONA RADIOLOGICZNA
DZIAŁALNOŚCI**

**PRACOWNI TOMOGRAFU KOMPUTEROWEGO
Samodzielnego Publicznego
Zakładu Opieki Zdrowotnej w Działdowie**

13-200 Działdowo ul. Leśna 1

Działdowo, grudzień 2005 r.

1. WSTĘP

CEL OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest określenie warunków bezpiecznej pracy z promieniowaniem jonizującym tomografu „SOMATOM Emotion Duo”. Opracowanie zawiera analizę zagrożenia i obliczenia osłon przed promieniowaniem jonizującym pracowni tomografu komputerowego zlokalizowanej na drugim piętrze budynku SP ZOZ w Działdowie przy ul. Leśnej 1.

Niniejsze opracowanie uwzględnia aktualny na dzień 15 grudnia 2005 r. stan prawny w zakresie ochrony radiologicznej polegającej na stosowaniu aparatów rentgenowskich w diagnostyce medycznej.

2. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

Dokumentację Ochrony Radiologicznej opracowano uwzględniając:

- **Ustawę z dnia 29 listopada 2000 r. - Prawo atomowe** (Dz. U. nr 161. poz. 1689 z 2004 r. – tekst jednolity)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 17 grudnia 2002 r.** w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. z 2002 r. Nr 239, poz. 2029)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 sierpnia 2002 r.** w sprawie przypadków, w których działalność związana z narażeniem na promieniowanie jonizujące nie podlega obowiązkowi uzyskania zezwolenia albo zgłoszenia, oraz przypadków, w których może być wykonywana na podstawie zgłoszenia (Dz. U. z 2002 r. Nr 137, poz. 1153, zmiany z 27 kwietnia 2004 r Dz. U. Nr 98 poz. 980)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2002 r.** w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosków o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności (Dz. U. z 2002 r. Nr 220, poz. 1851, zmiany z 27 kwietnia 2004 r Dz. U. Nr 98 poz. 981)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r.** w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. z 2005 r. Nr 20, poz. 168)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 sierpnia 2002 r.** w sprawie podstawowych wymagań dotyczących terenów kontrolowanych i nadzorowanych (Dz. U. z 2002 r. Nr 138, poz. 1161)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 23 grudnia 2002 r.** w sprawie wymagań dotyczących sprzętu dozymetrycznego (Dz. U. z 2002 r. Nr 239, poz. 2032)

- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r.** w sprawie planów postępowania awaryjnego w przypadku zdarzeń radiacyjnych (Dz. U. z 2005 r. Nr 20, poz. 169)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 kwietnia 2004 r.** w sprawie ochrony przed promieniowaniem jonizującym pracowników zewnętrznych narażonych podczas pracy na terenie kontrolowanym (Dz. U. z 2004 r. Nr 102, poz. 1064)
- **Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 25 sierpnia 2005 r.** w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. Nr 194, poz. 1625)
- **Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 r.** w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanymi w celach medycznych (Dz.U. nr 173, poz. 1681)
- **Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 r.** w sprawie określenia organu właściwego do nadawania uprawnień inspektora ochrony radiologicznej w pracowniach rentgenowskich stosujących aparaty rentgenowskie o energii promieniowania do 300 keV w celach medycznych (Dz.U. nr 173, poz. 1680)
- **Normę PN-86/J-80001** Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma; Obliczanie osłon stałych.
- **Normę DIN 6812** Medyczne urządzenia rentgenowskie do 300 kV. Zasady ochrony radiologicznej -czerwiec 1994 r.

3. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

3.1 LOKALIZACJA

Elementy istotne z punktu widzenia ochrony radiologicznej związane z lokalizacją Pracowni Tomografu komputerowego przedstawiono na rysunku nr 1 – fragment rzutu II piętra i rysunku nr 2 – przekrój A_A .

Pracownia Tomografu Komputerowego jest zlokalizowane na II piętrze budynku szpitalnego. Powyżej na II piętrze zlokalizowany jest Oddział Rehabilitacji, poniżej Sala Pobrań Krwi

Wysokość kondygnacji na której zlokalizowano pracownie rentgenowskie wynosi więcej niż 250 cm (do sufitu podwieszanego), spełniając zapis § 4 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 r.

Układ przestrzenny pracowni jest zgodny z wymogami ochrony przeciwpożarowej. Wszystkie elementy wystroju wewnętrznego wykonano z materiałów nie rozprzestrzeniających ognia.

Obiekt zaliczono do kategorii zagrożenia ludzi ZL II w myśl rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych z 3 listopada 1992 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów

budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 92 z 1992 r. poz. 460). Obiekt mieści się w klasie odporności pożarowej „B”.

Pracownia tomografu posiada powierzchnię powyżej 20 m² (bez wydzielonej sterowni) spełniając wymagania § 5 ust. 2 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 r.

Wyposażenie pomieszczenia, w którym zainstalowany będzie tomograf komputerowy, jest zgodne z zapisem § 12 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 r.

3.2 ORGANIZACJA PRACY W WARUNKACH NARAŻENIA

Praca z aparatem wytwarzającym promieniowanie jonizujące wykonywana będzie zgodnie z wymogami zawartymi w rozporządzeniach Ministra Zdrowia z dnia 24 grudnia 2002 r. *w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych oraz sposobu wykonywania kontroli wewnętrznej nad przestrzeganiem tych warunków* i z dnia 11 września 2003 r. *w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanymi w celach medycznych.*

Badania diagnostyczne wykonywane będą jedynie przez lekarza rentgenologa lub uprawnionych techników elektroradiologii.

Wszystkie osoby zawodowo narażone na promieniowanie jonizujące muszą posiadać aktualne badania lekarskie dopuszczające do pracy w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące.

Drzwi do pracowni Tomografu komputerowego będą wyposażone w ostrzegawczą sygnalizację świetlną, umieszczoną nad drzwiami wejściowymi do gabinetu rentgenowskiego, informującą o włączeniu wysokiego napięcia na lampę rentgenowska oraz będą wyposażone w urządzenia powodujące przerwę (blokadę) w obwodzie włączającym wysokie napięcie przy drzwiach niezamkniętych. Otwieranie drzwi zgodnie z § 10 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 r. powinno być możliwe od wewnątrz i od zewnątrz.

3.3 SYSTEM WENTYLACYJNY

Pomieszczenie pracowni Tomografu komputerowego będzie wyposażone w wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną zapewniającą co najmniej 4-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny spełniając wymagania § 8 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 r. Pomieszczenia pracowni objęte zostaną systemem klimatyzacji.

4. OBLICZENIA OSŁON - PODSTAWY TEORETYCZNE

W Polsce obowiązuje Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego. Określa ono dawki graniczne dla osób:

- a. zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące na poziomie 20 mSv/rok (0,4 mSv/tydzień)**
- b. dla osób z ogółu ludności 1 mSv/rok (0,02 mSv/tydzień)**

Przy opracowaniu projektu przyjęto roczny limit użytkowy dla personelu pracowni tomografu komputerowego na poziomie dawki granicznej dla ogółu ludności 1 mSv na rok, co odpowiada dawce 0,02 mSv na tydzień.

§ 5 ust 4 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 17 grudnia 2002 r. *w sprawie szczególnych warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego (Dz. U. z 2002 r. Nr 239, poz. 2029)* oraz § 3 ust 2 rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 *w sprawie szczególnych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanymi w celach medycznych (Dz. U. z 2003 r. Nr 173 poz. 1681)* stanowią, że stopień osłabienia promieniowania jonizującego przez ściany zewnętrzne i stropy pracowni zapobiega otrzymaniu przez osoby z ogółu ludności w ciągu kolejnych 12 miesięcy dawki skutecznej promieniowania jonizującego, związanej z prowadzeniem działalności w pracowni nie przekraczającej 0,1 mSv z uwzględnieniem czasu narażenia tych osób, rodzaju prowadzonych w pracowni prac i rodzaju stosowanych osłon.

Zgodnie z § 3 ust 2 rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 *w sprawie szczególnych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanymi w celach medycznych (Dz. U. z 2003 r. Nr 173 poz. 1681)* grubości ścian i stropów pracowni oraz rodzaje zastosowanych osłon projektuje się zgodnie z Polską Normą dotyczącą obliczania osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym PN-86/J-80001.

Według Normy PN-86/J-80001 wymaganą krotność osłabienia przez osłonę k dla promieniowania pierwotnego należy obliczać z zależności:

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

gdzie:

\check{D} - moc dawki wg pkt. 2.5.1.1 normy PN-86/J-80001 w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA w [cGy min⁻¹ mA⁻¹ m²]

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej w [mA]

t - tygodniowy czas przebywania osób narażonych za osłoną wyznaczony zgodnie z pkt. 2.3 normy PN-86/J-80001 w minutach [min]

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

gdzie:

t_0 - maksymalny czas pracy źródła,

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu,

U - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania wiązki promieniowania w kierunku osłony, (dla promieniowania rozproszonego $U = 1$)

D - przyjęta graniczna dawka tygodniowa (limit użytkowy) w cGy ($1,74 \times 10^{-3}$ cGy)

I - najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy w [m]

W przypadku pracowni Tomografu komputerowego, gdzie głównym źródłem zagrożenia jest promieniowanie rozproszone od pacjenta, **zredukowana moc dawki** od rozproszeń przez tkanę winna być obliczana zgodnie z zależnością:

$$C_2 = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I}$$

gdzie:

D - przyjęta graniczna dawka tygodniowa (limit użytkowy) w cGy

I - najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy w [m]

t - Tygodniowy czas przebywania osób narażonych za osłoną wyznaczony zgodnie z pkt. 2.3 [5] w minutach [min]

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

gdzie:

t_0 - maksymalny czas pracy źródła

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu,(zgodny z PN)

U - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania wiązki promieniowania w kierunku osłony,
(dla promieniowania rozproszonego $U = 1$)

I - nominalne maksymalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej w [mA]

Dla obliczonej zredukowanej mocy dawki grubość osłony oblicza się z odpowiedniego wykresu zawartego w normie.

Zredukowana moc dawki od rozproszeń innych (cegła, beton) winna być obliczana zgodnie z zależnością:

$$C_2 = \frac{D \cdot I^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s}$$

gdzie:

D - przyjęta graniczna dawka tygodniowa (limit użytkowy) w cGy

I - najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy w [m]

f - odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od ogniska lampy rentgenowskiej

t - Tygodniowy czas przebywania osób narażonych za osłoną wyznaczony zgodnie z pkt. 2.3 normy w minutach [min]

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

gdzie:

t₀ - maksymalny czas pracy źródła

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu,

U - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania wiązki promieniowania w kierunku osłony, (dla promieniowania rozproszonego $U = 1$)

I - nominalne maksymalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej w [mA]

s - rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego, na którą pada promieniowanie, na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiązki pierwotnej promieniowania w odległości f w [m²]

Dla obliczonej zredukowanej mocy dawki grubość osłony oblicza się z odpowiedniego wykresu zawartego w normie.

Ze względu na szczególne i zróżnicowane warunki rozpraszania tomografu komputerowego, wygodniejszą do obliczeń jest niemiecka norma DIN 6812 uwzględniająca różnorodne praktycznie wszystkie współcześnie występujące rodzaje aparatów rentgenowskich.

UWAGA: Projekt Polskiej Normy PN-86/8001-01:1998 Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma – Obliczanie osłon stałych - Aparaty rentgenowskie (nr ref.PrPN-J-80001-1:1998) stanowiący implementację normy DIN 6812 Medyczne urządzenia rentgenowskie do 300 kV. Zasady ochrony radiologicznej - czerwiec 1994 r. do dnia dzisiejszego nie został wprowadzony do zestawu Polskich Norm

Wg DIN 6812 w kierunkach, w których może padać wiązka pierwotna, oblicza się osłonność bez osłabienia w ciele pacjenta.

Nominalna krotność osłabienia wiązki pierwotnej w odległości 1 m:

$$K_{1,p} = \frac{H_1 \cdot W}{D_t}$$

Krotność osłabienia wiązki pierwotnej w odległości x od ogniska lampy rtg dla miejsca o prawdopodobieństwie przebywania T :

$$k_{x,p,T} = k_{1,p} \cdot (x_0/x)^2 \cdot T, \text{ gdzie:}$$

H₁ - moc dawki w odległości 1 m od ogniska lampy rtg przeliczona dla prądu anodowego 1 mA, w mSv min⁻¹ mA⁻¹; (**zgodnie z normą DIN 6812**)

W = I • t, gdzie **I** - nominalne natężenie prądu anodowego lampy, w mA,

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

T - współczynnik prawdopodobieństwa przebywania ludzi w miejscu osłanianym;

D_t - dawka tygodniowa w mSv, **x₀** - 1 m

x - najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy.

Dla promieniowania rozproszonego przez wodę lub tkankę wymaganą krotność osłabienia:

$$k_{s,r,T} = k_{1,p} \cdot f_r \cdot (x_0/a)^2 \cdot (s_0/s)^2 \cdot T, \text{ gdzie:}$$

s - najmniejsza odległość centrum rozpraszania od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, w m; **s₀** - 1 m;

a - odległość centrum rozpraszania od ogniska lampy; (dla tomografu - **a = 0,5m**)

f_r - współczynnik wydajności rozpraszania dla tomografu komputerowego **f_r = 0,002 S*/25** gdzie S*- grubość warstwy (w cm) pojedynczego skanu w osi rotacji (do obliczeń przyjęto dla tomografu - S* = 0,5 cm)

Aby uwzględnić udział promieniowania ubocznego, należy pomnożyć krotność osłabienia dla promieniowania rozproszonego **k_{s,r,T}** przez współczynnik **f_u**, który dla tomografu komputerowego wynosi **f_u = 6**.

5. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ

Osłony pracowni tomografu należy zaprojektować w taki sposób aby dawki promieniowania jonizującego otrzymywane przez osoby zatrudnione w pracowni i w pomieszczeniach przyległych, a także przez osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie, nie przekraczały limitów użytkowych lub dawek granicznych określonych w przepisach dotyczących dawek granicznych promieniowania jonizującego i były tak małe, jak tylko jest to możliwe.

W projekcie przyjęto, że w ciągu tygodnia każdy z aparatów będzie pracował codziennie przez 6 dni w tygodniu po 10 godzin dziennie (2 zmiany po 5 godzin ekspozycji), co czyni 60 godzin pracy aparatu w tygodniu. Przyjęto do analizy zagrożenia maksymalne teoretyczne obciążenie tomografu pracującego w warunkach ekstremalnych. Do oceny wymaganej krotności osłabienia dla każdej z osłon przyjęto wynik uzyskany z analizy punktu kontrolnego zlokalizowanego w rejonie maksymalnego narażenia na promieniowanie rentgenowskie.

Do obliczeń wymaganej krotności osłabienia osłon przed promieniowaniem tomografu przyjęto, że ekspozycja promieniowania będzie dokonywana przy maksymalnych wzorcowych (zgodnie z normą DIN 6812) wielkościach napięcia i natężenia prądu, i tak: maksymalne tygodniowe obciążenie przyjęto na poziomie $I \times t = 40000 \text{ mAmin/tydzień}$ na dwie zmiany przy standardowym napięciu $U = 120 \text{ kV}$ (2,5 mm Al.)

Obliczoną osłonność z ołowiu przeliczono,, w miarę potrzeb, na równoważną osłonę z betonu barytowego o gęstości 3,2 g/cm³ betonu o gęstości 2,3 g/cm³ i cegły pełnej o gęstości 1,8 g/cm³.

Z analizy warunków pracy Pracowni Tomografu wynika, że w otoczeniu źródła promieniowania, poza Oddziałem Rehabilitacji powyżej pracowni nie ma punktów, w których należy liczyć się z istotnym z punktu widzenia ochrony radiologicznej przebywaniem osób zaliczanych do ogółu ludności. Powyżej pracowni tomografu osłonięty stropem zawierającym w swym składzie nie mniej niż 12 cm betonu o gęstości 2,3 t/m³ i 2 mm ołowiu zlokalizowany jest Oddział Rehabilitacji. Poniżej pod osłoną stropu wykonanego analogicznie, znajduje się Sala Pobrań Krwi.

6. OBLICZENIA

6.1 OBLICZENIA OSŁON PRACOWNI TOMOGRAFU KOMPUTEROWEGO

6.1.1 PUNKT Pk-1 Przedśionek, za drzwiami osłonowymi

Do punktu „Pk-1” dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem $U = 1$. Prawdopodobieństwo przebywania osób w przedśionku w czasie pracy aparatu $T = 0,25$. Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania $l = 5,01$ m

a) obliczenia zgodnie z normą DIN 6812

Tygodniowe obciążenie aparatu $W = 20000$ mA min/tydzień na jedną zmianę

$D_t = 0,02$ mSv – pracownik szpitala; $H_1 = 12$ mSv/mA min; $T = 0,25$

$a = 0,5$ m; $W = I \times t = 20000$ mAmin/tydzień, $l = 5,01$ m

Nominalna krotność osłabienia:

$$k_{1,p} = \frac{12 \text{ mSv} \cdot 20000 \text{ mA min} \cdot 0,25}{\text{mA min} \cdot 0,02 \text{ mSv}} = 3\,000\,000$$

Współczynnik rozpraszania dla tomografu komputerowego:

$f_r = 0,002S^*/25$ gdzie S^* - grubość warstwy (w cm) pojedynczego skanu w osi rotacji - dla aparatu analizowanego $S_{max} = 0,5$ cm - zatem krotność osłabienia dla promieniowania rozproszonego:

$$k_{s,r} = 0,002 \cdot 0,02 \cdot 3\,000\,000 \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(0,5 \text{ m})^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(5,01 \text{ m})^2} = 19$$

uwzględniając promieniowanie uboczne ($f_u = 6$) otrzymuje się wartość **115**, co zgodnie z normą **DIN 6812** odpowiada osłabieniu w warstwie ołowiu o grubości **0,9 mm**, lub **1,5 cm** betonu barytowego, **10 cm** betonu zwykłego lub **15 cm** cegły pełnej.

b) obliczenia zgodnie z normą PN-86/J-80001

Zredukowana moc dawki promieniowania rozpraszanego przez tkankę przy identycznych parametrach wyjściowych:

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{17,4 \cdot 5,01^2}{333 \cdot 0,25} = 5,25 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

gdzie:

$D = 17,4 \mu\text{Gy}$; $l = 5,01$ m; $T = 0,25$; $U = 1$; $t \cdot I = 20000$ mAmin = **333 mA h** (jedna zmiana)

Obliczona wartość współczynnika C_1 zgodnie z wykresem (rys. 3) w punkcie 2.5.2.2 normy PN-86/J 80001. określa wymaganą grubość osłony nie mniejszą od 1,2 mm Pb, co zgodnie z normą PN-86/J 80001 odpowiada 1,75 cm betonu barytowego, 10 cm betonu lub 12 cm cegły pełnej.

WNIOSEK: Istniejąca osłona drzwi posiadających w składzie 2 mm Pb oraz ściana osłono-
wa wykonana z 4 cm betonu barytowego i cegły pełnej zapewniają pełne bez-
pieczeństwo wszystkich osób przebywających na korytarzu w czasie pracy to-
mografu.

6.1.2 PUNKT Pk-2 Pracownia RTG - pomieszczenie sąsiadujące

Do punktu „Pk-2” dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem
U = 1. Prawdopodobieństwo przebywania osób w pracowni rtg w czasie pracy aparatu **T = 1.**
Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania **l = 5,6 m.**

a) obliczenia zgodnie z normą DIN 6812

Tygodniowe obciążenie aparatu **W = 20000 mA min/tydzień na jedną zmianę**

D_t = 0,02 mSv – pracownik szpitala; **H₁ = 12 mSv/mA min**; **T = 1**

a = 0,5 m; **W = I x t = 20000 mAmin/tydzień**, **l = 5,6 m**

Nominalna krotność osłabienia:

$$k_{1,p} = \frac{12 \text{ mSv} \cdot 20000 \text{ mA min} \cdot 1}{\text{mA min} \cdot 0,02 \text{ mSv}} = 12\,000\,000$$

Współczynnik rozpraszania dla tomografu komputerowego:

f_r = 0,002S*/25 gdzie S*- grubość warstwy (w cm) pojedynczego skanu w osi rotacji - dla aparatu
analizowanego S_{max} = 0,5 cm - zatem krotność osłabienia dla promieniowania rozproszonego:

$$k_{s,r} = 0,002 \cdot 0,02 \cdot 12\,000\,000 \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(0,5 \text{ m})^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(5,6 \text{ m})^2} = 61,2$$

uwzględniając promieniowanie uboczne (**f_u = 6**) otrzymuje się wartość **367**, co zgodnie z normą
DIN 6812 odpowiada osłabieniu w warstwie ołowiu o grubości **1,25 mm**, lub **2 cm** betonu baryto-
wego lub **11 cm** betonu, lub **16 cm** cegły pełnej.

b) obliczenia zgodnie z normą PN-86/J-80001

Zredukowana moc dawki promieniowania rozpraszanego przez tkankę przy identycznych parametrach
wyjściowych:

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{17,4 \cdot 5,6^2}{333 \cdot 1} = 1,64 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

gdzie: **D = 17,4 μGy**; **l = 5,6 m**; **T = 1**; **U = 1**; **t • I = 20000 mAmin = 333 mAh**

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy PN-86/J 80001 grubość wymaganej osłony nie powinna być mniejsza od 1,7 mm Pb co odpowiada 2,4 cm betonu barytowego

WNIOSEK: Istniejąca osłona zawiera w swym składzie nie mniej niż 8 cm betonu barytowego i 12 cm cegły pełnej i jest wystarczająca do zapewnienia bezpieczeństwa radiologicznego wszystkim osobom przebywającym w pracowni RTG w czasie pracy tomografu komputerowego .

6.1.3 PUNKT Pk-3 SIŁOWNIA

TEREN NIEDOSTĘPNY W CZASIE PRACY TOMOGRAFU – OBLICZANIE OSŁON NIECELOWE

6.1.4 PUNKT Pk-4 TEREN ZEWNĘTRZNY – II PIĘTRO

TEREN NIEDOSTĘPNY W CZASIE PRACY TOMOGRAFU – OBLICZANIE OSŁON NIECELOWE

6.1.5 PUNKT Pk-5 - DACH NAD I PIĘTREM

Do punktu „Pk-5” dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem $U = 1$. Prawdopodobieństwo przebywania osób na dachu w czasie pracy aparatu $T = 0,05$. Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania $l = 2,84m$.

a) obliczenia zgodnie z normą DIN 6812

Tygodniowe obciążenie aparatu $W = 20000$ mA min/tydzień na jedną zmianę

$D_t = 0,02$ mSv – pracownik szpitala; $H_1 = 12$ mSv/mA min; $T = 0,05$

$a = 0,5$ m; $W = I \times t = 20000$ mAmin/tydzień, $l = 2,84$ m

Nominalna krotność osłabienia:

$$k_{1,p} = \frac{12 \text{ mSv} \cdot 20000 \text{ mA min} \cdot 0,05}{\text{mA min} \cdot 0,02 \text{ mSv}} = 600\ 000$$

Współczynnik rozpraszania dla tomografu komputerowego:

$f_r = 0,002S^*/25$ gdzie S^* - grubość warstwy (w cm) pojedynczego skanu w osi rotacji - dla aparatu analizowanego $S_{max} = 0,5$ cm - zatem krotność osłabienia dla promieniowania rozproszonego:

$$k_{s,r} = 0,002 \cdot 0,02 \cdot 600\ 000 \cdot \frac{1m^2}{(0,5 \text{ m})^2} \cdot \frac{1m^2}{(2,84)^2} = 11,9$$

uwzględniając promieniowanie uboczne ($f_u = 6$) otrzymuje się wartość 71,4, co zgodnie z normą **DIN 6812** odpowiada osłabieniu w warstwie ołowiu grubości **0,75 mm**, lub **1 cm** betonu barytowego, lub **6 cm** betonu zwykłego, lub **8 cm** cegły pełnej.

b) obliczenia zgodnie z normą PN-86/J-80001

Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Działdowie

13-200 Działdowo ul. Leśna 1

Zredukowana moc dawki promieniowania rozpraszane przez tkankę przy identycznych parametrach wyjściowych:

$$C_1 = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{17,4 \cdot 2,84^2}{333 \cdot 0,05} = 8,43 \mu Gy h^{-1} m^2 mA^{-1}$$

gdzie: **D = 17,4 μGy; I = 6,5 m; T = 1; U = 1; t • I = 20000 mAmin = 333 mAh**

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy PN-86/J 80001 grubość wymaganej osłony nie powinna być mniejsza od 0,8 mm Pb.

WNIOSEK: Ściana osłonowa zawiera w swym składzie poza innymi warstwę ołowiu o grubości 2 mm, która w zupełności ochroni osoby przebywające na dachu (pomimo administracyjnego zakazu) przed promieniowaniem rozproszonym pracującego tomografu komputerowego.

6.1.6 PUNKT Pk-6 – ODDZIAŁ REHABILITACJI

Do punktu „Pk-6” dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem **U = 1**. Prawdopodobieństwo przebywania osób na Oddziale Rehabilitacji w czasie pracy aparatu **T = 1**. Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania **I = 3,32 m**.

a) obliczenia zgodnie z normą DIN 6812

Tygodniowe obciążenie aparatu **W = 20000 mA min/tydzień na jedną zmianę**

D_t = 0,02 mSv – pracownik szpitala; **H₁ = 12 mSv/mA min; T = 1**

a = 0,5 m; W = I x t = 20000 mAmin/tydzień, I = 3,32 m

Nominalna krotność osłabienia:

$$k_{1,p} = \frac{12 \text{ mSv} \cdot 20000 \text{ mA min} \cdot 1}{\text{mA min} \cdot 0,02 \text{ mSv}} = 12\ 000\ 000$$

Współczynnik rozpraszania dla tomografu komputerowego:

f_r = 0,002S*/25 gdzie S*- grubość warstwy (w cm) pojedynczego skanu w osi rotacji -dla aparatu analizowanego **S_{max} = 0,5 cm** - zatem krotność osłabienia dla promieniowania rozproszonego:

$$k_{s,r} = 0,002 \cdot 0,02 \cdot 12\ 000\ 000 \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(0,5 \text{ m})^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(3,32 \text{ m})^2} = 174$$

uwzględniając promieniowanie uboczne (**f_u = 6**) otrzymuje się wartość 1045, co zgodnie z normą **DIN 6812** odpowiada osłabieniu w warstwie ołowiu grubości **1,8 mm**, lub **2 cm** betonu barytowego lub **15 cm** betonu zwykłego, lub **21 cm** cegły pełnej.

b) obliczenia zgodnie z normą PN-86/J-80001

Zredukowana moc dawki promieniowania rozpraszanego przez tkankę przy identycznych parametrach wyjściowych:

$$C_1 = \frac{D \cdot I^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{17,4 \cdot 3,32^2}{333 \cdot 1} = 0,58 \mu Gy h^{-1} m^2 mA^{-1}$$

gdzie: D = 17,4 μGy; I = 3,32 m; T = 1; U = 1; t • I = 20000 mAmin = 333 mAh

Zgodnie z punktem 2.5.2.2 normy PN-86/J 80001 grubość wymaganej osłony nie powinna być mniejsza od 2 mm Pb.

WNIOSEK: Strop pomiędzy pracownią tomografu komputerowego a Oddziałem Rehabilitacji powinna być równoważna osłonie 2 mm Pb. Istniejąca osłona 12 cm betonu zwykłego i 2 mm Pb są wystarczające do ochrony osób przebywających na Oddziale Rehabilitacji w czasie pracy tomografu.

6.1.7 PUNKT Pk-7 – Sala Pobrań krwi

Do punktu „Pk- 7” dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem **U = 1**. Prawdopodobieństwo przebywania osób w sali pobrań krwi w czasie pracy aparatu **T = 1**. Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania **I = 3,32 m**.

a) obliczenia zgodnie z normą DIN 6812

Tygodniowe obciążenie aparatu **W = 20000 mA min/tydzień na jedną zmianę**

D_t = 0,02 mSv – pracownik szpitala; **H₁ = 12 mSv/mA min; T = 1**

a = 0,5 m; W = I x t = 20000 mAmin/tydzień, I = 3,32 m

Nominalna krotność osłabienia:

$$k_{1,p} = \frac{12 \text{ mSv} \cdot 20000 \text{ mA min} \cdot 1}{\text{mA min} \cdot 0,02 \text{ mSv}} = 12 \text{ 000 000}$$


Współczynnik rozpraszania dla tomografu komputerowego:


f_r = 0,002S*/25 gdzie S*- grubość warstwy (w cm) pojedynczego skanu w osi rotacji - dla aparatu analizowanego S_{max} = 0,5 cm - zatem krotność osłabienia dla promieniowania rozproszonego:


$$k_{s,r} = 0,002 \cdot 0,02 \cdot 12 \text{ 000 000} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(0,5 \text{ m})^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(3,32 \text{ m})^2} = 174$$



uwzględniając promieniowanie uboczne (**f_u = 6**) otrzymuje się wartość 1045, co zgodnie z normą **DIN 6812** odpowiada osłabieniu w warstwie ołowiu grubości **1,8 mm**, lub **2 cm** betonu barytowego lub **15 cm** betonu zwykłego, lub **21 cm** cegły pełnej.


DO WYKONANIA PRZED INSTALACJĄ


 Kanał kablowy w warstwach podłogowych. Wymagana głębokość w świetle 6cm.
Kanał wykonać z blachy stalowej lub aluminiowej, połączyć z szyną PE.
Przygotować pokrywy z blachy stalowej o grubości 4mm z nakładną warstwą wykończeniową (tarkett).
Podłoga, poza kanałami, powinna mieć położoną warstwę wykończeniową.
Kanał po zakończeniu montażu powinien być przykryty pokrywkami a wykładzina zespawana.




 Kanał ścienny PCV 10x6cm umieszczony 5cm nad podłogą, połączony z kanałem podłogowym w punkcie X (ten sposób prowadzenia okablowania nie zalecany przez producenta)


 Kanał kablowy odkryty - wymagane położenie podejść z kanału kablowego
Wykonać łącznie:


		wymiar otworu w kanale kablowym
	gantry	15x15
	Punkt wyprowadzenia kabli do kanału ściennego	6x15


 Gniazda sieciowe ~230V/16A dla urządzeń towarzyszących CT


 Gniazdo sieci komputerowej


		gniazdo sieci komputerowej RJ45	gniazdo zasilania ~230V
	Procesor obrazu IMS (ICS, IRS) Konsola kontrolna	X	X
	Konsola Wizard	X	X
	Kamera laserowa	X	X


 Gniazdo telefoniczne ISDN

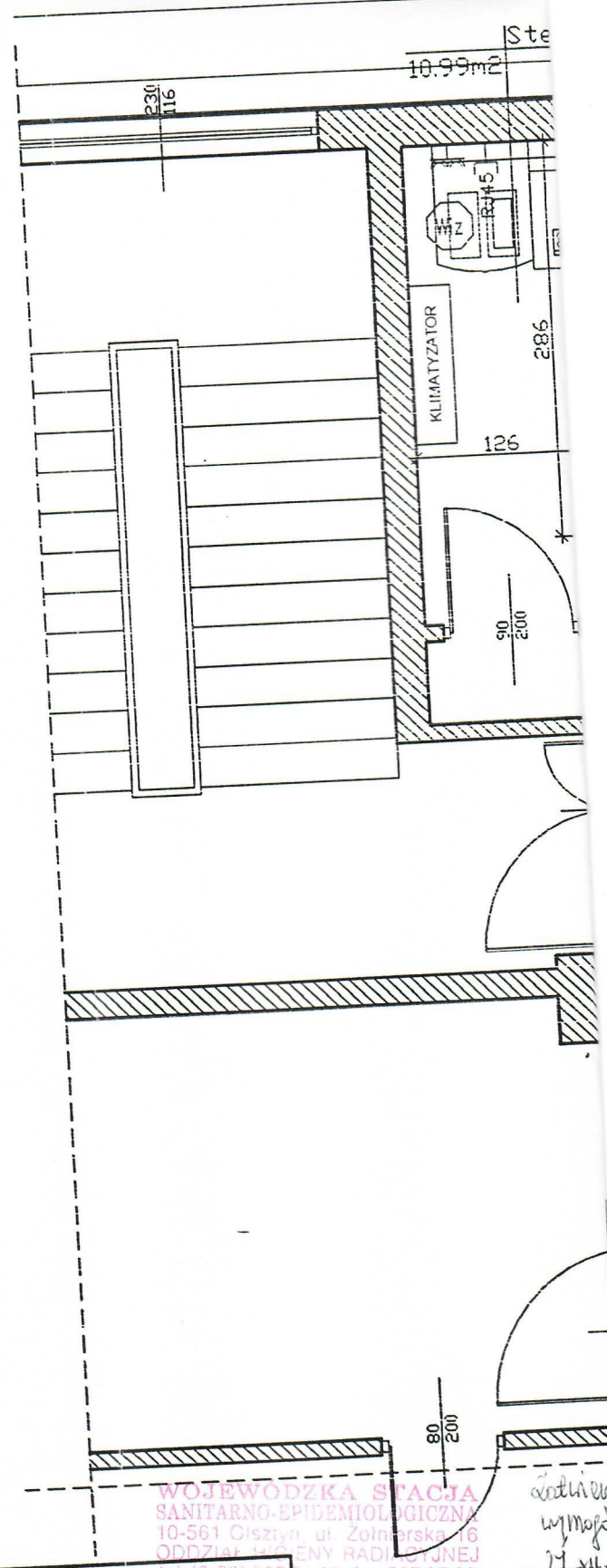
 Włacznik/wyłącznik urządzenia z lampką kontrolną stanu (140 cm nad podłogą)

 Wyłącznik bezpieczeństwa z mechanicznym blokowaniem (180 cm na podłogę)

 Instalację podłączenia wyłączników wykonać wg rys. tablicy rozdzielczej.
Lampa ostrzegawcza nad drzwiami. Sterowanie zapewnić wg. rys. tablicy siedowej

 Tablica rozdzielcza
Kabel zasilania:
Przygotować kabel L1-L3/N/PE od TR do podejścia PDS pozostawiając 1.5m zapasu na potrzeby montażu.
Przekroje kabla: min. 16mm² Cu, max 35mm² Cu. Położyć oddzielne żyły LgY.
Kable położyć w warstwach betonu podłogi w peszciu.

 Gniazda sieciowe ~230V ogólnego stosowania dla serwisu i in. urządzeń.



WOJEWÓDZKA STACJA
SANITARNO-EPIDEMIOLOGICZNA
10-561 Ciszyn, ul. Żołnierska 16
ODDZIAŁ HYGIENY RADIACyjNEJ
tel. (0-89) 527 51 38, fax 527 97 88
P-000291807 NIP 739-00-10-641

dotyczy
wymaga
Kierownik
HYGIENY

SOMATOM Emotion DUO - Legenda

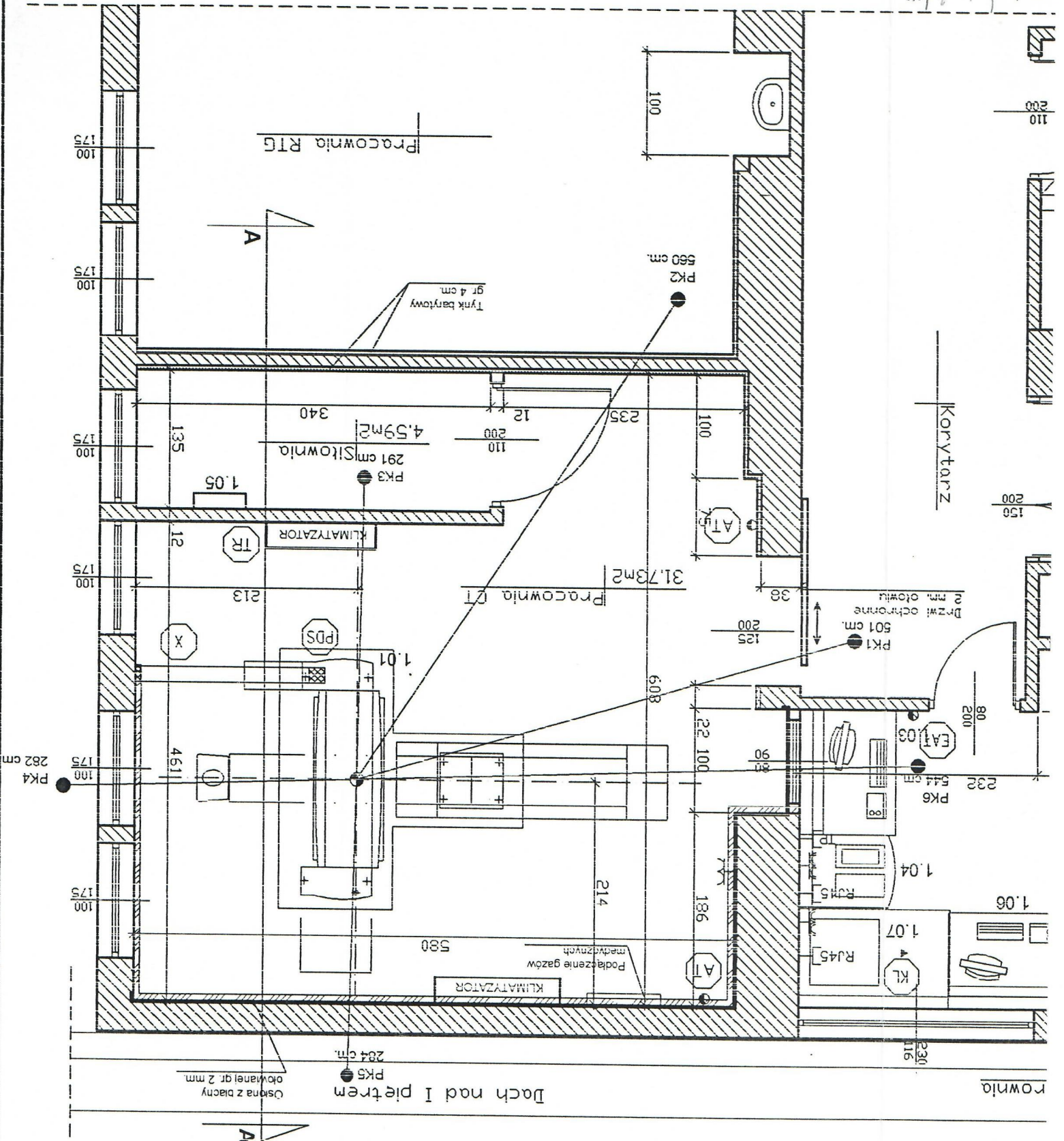
Pos.	Opis	kg	W
1.01	Gantry	1150	4700
1.02	Stół pacjenta	330	
1.03	Konsola kontrolna, 19" TFT monitor, klawiatura	95	820
1.04	Komputery kontrolne i obrazowania, UPS	100	
1.05	Tablica rozdzielcza (poza dostaw)	200	800
1.06	Konsola Wizard (biurko 120cm, kontener)	206	880
1.07	Kamera laserowa Kodak Dryview 8150		

PUNKTY OCHRONY
PRACOWNIA NA

Skala 1:50

Nr rys. 1	Projektował	proj. arch. M. Kurcz	St - 79/90
	Data: X. 2005	Imię i Nazwisko	Nr uprawnień
Skala: 1:50	Temat rys.: PUNKTY OCHRONY RADIOLOGICZNEJ		
Branda: architektura	Objekt: Samodzielny Publiczny Z.O.Z. w Działdowie ul. Leśna 1		
BIURO STUDIÓW I PROJEKTÓW BUDOWNICTWA MSW Sp. z o.o.			

ODDZIAŁ
 RADIOLOGICZNEJ
 II PIĘTRZE



rownia

Dach nad I piętrem

Osłona z blachy
 ołowianej gr 2 mm.
 PK5

284 cm.

PK4

282 cm.

PK6

544 cm

501 cm.

PK1

125

200

38

AT1

Drzwi ochronne

2 m. otworu

501 cm.

PK2

560 cm.

PK3

291 cm

4.59m²

Sitownia

12

235

110

200

12

Pracownia DT

31.73m²

AT1

100

100

Pracownia RTG

Tynk barytowy

gr 4 cm.

PK2

560 cm.

PK3

291 cm

4.59m²

Sitownia

12

235

110

200

12

Pracownia RTG

Tynk barytowy

gr 4 cm.

PK2

560 cm.

PK3

291 cm

4.59m²

Sitownia

12

235

110

200

12

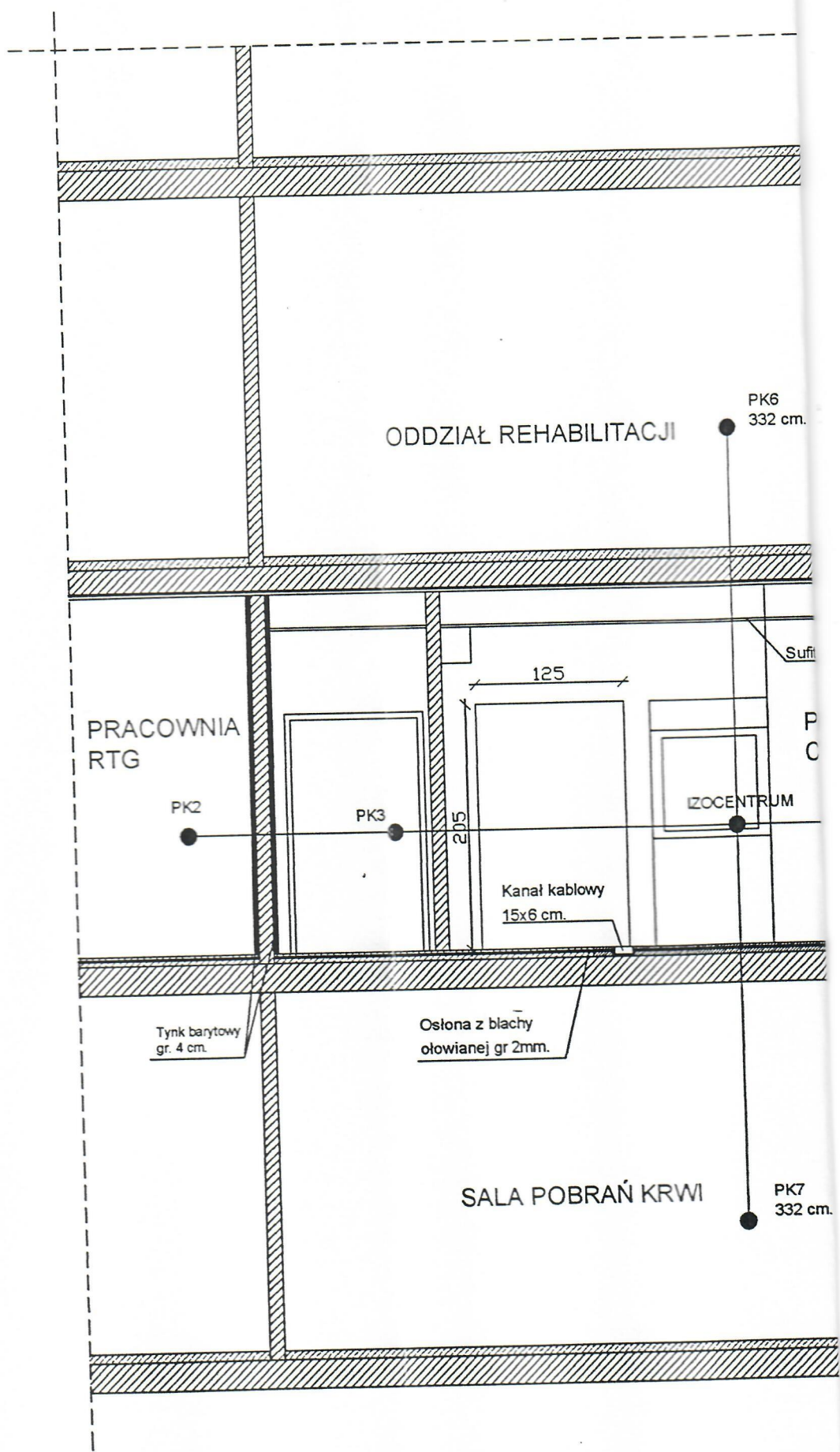
Pracownia DT

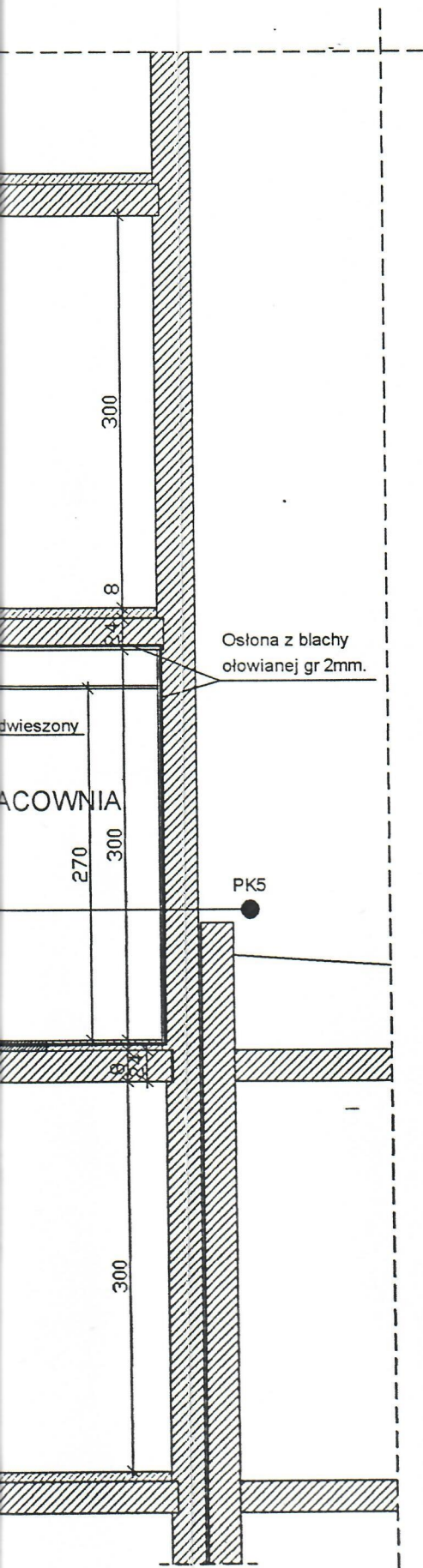
31.73m²

AT1

100

100





Ostona z blachy ołowianej gr 2mm.

PK5

wieszony

ACOWNIA

PRZEKRÓJ A-A

Skala: 1:50

BIURO STUDIÓW I PROJEKTÓW BUDOWNICTWA MSW Sp.z o.o.

Obiekt:

Samodzielny Publiczny Z.O.Z. w Działdowie ul. Leśna 1

Branża:

architektura

Temat rys.:

PUNKTY OCHRONY RADIOLOGICZNEJ
PRZEKRÓJ A-A

Skala: 1:50

Data: X. 2005

Imię i Nazwisko

Nr uprawnień

Podpis

Projektował

proj.arch. M. Kurcz

St - 79/90

Nr rys. 2