

Załącznik nr 3

**OCHRONA RADIOLOGICZNA
DZIAŁALNOŚCI**

**PRACOWNI TOMOGRAFU KOMPUTEROWEGO
ZOZ MSWiA**

Z

**WARMIŃSKO-MAZURSKIM CENTRUM ONKOLOGII
w Olsztynie**

10-228 Olsztyn, Al. Wojska Polskiego 37

Olsztyn, grudzień 2008 r.

1. WSTĘP

CEL OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest określenie warunków bezpiecznej pracy z promieniowaniem jonizującym tomografu komputerowego. Opracowanie zawiera analizę zagrożenia i obliczenia osłon przed promieniowaniem jonizującym pracowni tomografu komputerowego zlokalizowanej w przyziemiu budynku „D” ZOZ MSWiA z Warmińsko-Mazurskim Centrum Onkologii w Olsztynie.

Niniejsze opracowanie uwzględnia aktualny na dzień 1 grudnia 2008 r. stan prawny w zakresie ochrony radiologicznej działalności 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. z 2007 r. nr 42 poz. 276 – tekst jednolity).
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lipca 2006 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 23 marca 2007 r.** w sprawie podstawowych wymagań dotyczących rejestracji dawek indywidualnych (Dz. U. z 2007 r. Nr 131, poz. 913)
- **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 20 lutego 2007 r.** w sprawie wymagań dotyczących terenów kontrolowanych i nadzorowanych (Dz. U. z 2007 r. Nr 131, poz. 910)
- **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 20 lutego 2007 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie planów postępowania awaryjnego w przypadku zdarzeń radiacyjnych** (Dz. U. z 2007 r. Nr 131, poz. 912)
- **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 7 kwietnia 2006 r. w sprawie minimalnych wymagań dla zakładów opieki zdrowotnej ubiegających się o wydanie zgody na prowadzenie działalności związanej z narażeniem na promieniowanie jonizujące w celach medycznych, polegającej na udzielaniu świadczeń zdrowotnych z zakresu radioterapii onkologicznej** (Dz.U. nr 75, poz. 528)
- **Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi** (Dz. U. Nr 180, poz. 1325)
- **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 rysunkach:

- nr 1 – Pracownia tomografu komputerowego - rzut parteru – fragment,
- nr 2 – przekrój pomieszczenia tomografu

Pracownia Tomografu komputerowego [059a] sąsiaduje ze:

1. Sterownią CT [059]
2. Bunkrem akceleratora I [012]
3. Sterownią akceleratora [08]
4. Toaletą [059b]
5. Hallem [060]

Pracownia Tomografu Komputerowego jest zlokalizowane w przyziemiu budynku **D**. Powyżej Pracowni jest pomieszczenie Ugul.

Wysokość kondygnacji, na której zlokalizowano pracownię tomografu wynosi więcej niż 250 cm (do sufitu podwieszanego), spełniając zapis § 4 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 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). r.

Wyposażenie pomieszczenia, w którym zainstalowany będzie tomograf komputerowy, jest zgodne z zapisem § 13 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 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 25 sierpnia 2005 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. Nr 194, poz. 1625)

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 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 (blokade) w obwodzie włączającym wysokie napięcie przy drzwiach niezamkniętych. Otwieranie drzwi powinno być możliwe od wewnątrz i od zewnątrz.

3.3 PRAWNE ASPEKTY SPRAWOWANIA NADZORU NAD APARATAMI I PRACOWNIAMI RENTGENOWSKIMI

Nadzór nad aparatami rentgenowskimi i pracownią rentgenowską sprawuje inspektor ochrony radiologicznej, który:

- 1) opracowuje instrukcję pracy ze źródłami promieniowania rentgenowskiego, określając szczegółowe postępowanie w zakresie ochrony radiologicznej pracowników i pacjentów;
- 2) zapoznaje wszystkich pracowników pracowni z instrukcją, o której mowa w pkt 1;
- 3) nadzoruje przestrzeganie instrukcji, o której mowa w pkt 1;
- 4) szkoli współpracowników oraz sprawdza i potwierdza ich kwalifikacje w zakresie znajomości zasad ochrony radiologicznej i posiadania umiejętności bezpiecznego wykonywania prac przy stosowaniu promieniowania rentgenowskiego;
- 5) ustala wykaz środków ochrony indywidualnej, aparatury dozymetrycznej i innego wyposażenia, służących do ochrony pracowników oraz pacjentów przed promieniowaniem jonizującym;
- 6) wnioskuje i opiniuje w sprawach wyposażenia pracowni rentgenowskiej w sprzęt ochronny i aparaturę dozymetryczną;
- 7) sprawdza działanie sygnalizacji ostrzegawczej oraz prawidłowe oznakowanie miejsc pracy ze źródłami promieniowania;
- 8) sprawuje nadzór nad zapewnieniem sprawnego i właściwego działania aparatów rentgenowskich;
- 9) sprawuje nadzór, w przypadku braku innej wyznaczonej do tego celu osoby, nad zapewnieniem:
 - a) właściwego przebiegu procesu wywoływania i utrwalania błon rentgenowskich,
 - b) dobrej jakości stosowanych w ciemni materiałów i odczynników;
- 10) sprawdza wykonywanie codziennych oraz okresowych testów kontroli jakości obrazowania prowadzonych samodzielnie przez pracownię radiologiczną lub wykonywanych przez specjalistów spoza pracowni – w przypadku braku innej, wyznaczonej do tego celu osoby;
- 11) w przypadku wyposażenia pracowni rentgenowskiej w aparaturę dozymetryczną;

- a) sprawuje nadzór nad sprawnym działaniem aparatury dozymetrycznej oraz zapewnieniem aktualności świadectw wzorcowania lub legalizacji,
- b) Wykonuje kontrolne pomiary dozymetryczne, szczególnie na stanowiskach pracy oraz w wiązce pierwotnej;
- 12) prowadzi ewidencję dawek otrzymywanych przez pracowników;
- 13) informuje pracowników o otrzymanych przez nich dawkach promieniowania jonizującego na podstawie wyników pomiarów dawek indywidualnych lub kontroli środowiska pracy;
- 14) wyjaśnia, przy udziale organów Państwowej Inspekcji Sanitarnej, przyczyny każdego wzrostu dawek indywidualnych otrzymywanych przez pracowników ponad ich dotychczasowy poziom, a w szczególności przekroczenia limitów dawek;
- 15) informuje kierownika pracowni o wynikach prowadzonego nadzoru w zakresie ochrony radiologicznej pracowników i pacjentów oraz przedstawia mu zalecenia w celu usuwania braków i niedociągnięć;
- 16) prowadzi książkę wniosków i uwag dotyczących warunków pracy i stanu ochrony radiologicznej;
- 17) przechowuje dokumentację, o której mowa w pkt. 3.1, lub ma do niej zapewniony dostęp, jeżeli do gromadzenia i przechowywania tej dokumentacji wyznaczono inne osoby.

3.4 SYSTEM WENTYLACYJNY

Pomieszczenie pracowni Tomografu komputerowego będzie wyposażone w wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną zapewniającą, co najmniej 4-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny. 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)

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. stanowi, że:

§ 2. 1. Konstrukcja ścian, stropów, okien, drzwi oraz zainstalowane urządzenia ochronne w pracowni rentgenowskiej zabezpieczają osoby pracujące:

- 1) w gabinecie rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 6 milisiwertów;
- 2) w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej poza gabinetem rentgenowskim przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 3 mSv;
- 3) w pomieszczeniach poza pracownią rentgenowską, a także osoby z ogółu ludności przebywające w sąsiedztwie przed otrzymaniem w ciągu roku dawki przekraczającej 0,5 mSv.

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 x 10⁻³ cGy)

l - 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 rozprożeń przez tkankę winna być obliczana zgodnie z zależnością:

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

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:

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]

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

Zredukowana moc dawki od rozprożeń 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:

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

H_1 - moc dawki w odległości 1 m od ogniska lampy rtg przeliczona dla prądu anodowego 1 mA, w $\text{mSv min}^{-1} \text{mA}^{-1}$; (**zgodnie z normą DIN 6812**)

$W = I \cdot t$, 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, x_0 - 1 m

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

Dla promieniowania rozproszonego przez wodę lub tkankę wymaganą krotność osłabienia:

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

s - najmniejsza odległość centrum rozpraszania od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, w m; s_0 - 1 m;

a - odległość centrum rozpraszania od ogniska lampy; (dla tomografu - $a = 0,5\text{m}$)

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 - $S^* = 0,5 \text{ cm}$)

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 aparat 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 $U = 140 \text{ kV}$ (2,5 mm Al.)

Obliczoną osłonność z ołowiu przeliczono, w miarę potrzeb, na równoważną osłonę z cegły pełnej lub betonu o gęstości $2,3 \text{ g/cm}^3$.

Z analizy warunków pracy Pracowni Tomografu wynika, że w otoczeniu źródła promieniowania nie ma punktów, w których należy liczyć się z istotnym z punktu widzenia ochrony radiologicznej przebywaniem osób zaliczanych do ogółu ludności.

6. OBLICZENIA

6.1 OBLICZENIA OSŁON PRACOWNI TOMOGRAFU KOMPUTEROWEGO

6.1.1 T 1- Osłona Sterowni tomografu komputerowego

Do punktu T 1 dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem $U = 1$. Prawdopodobieństwo przebywania osób w Sterowni CT w czasie pracy aparatu $T = 1$. Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania $l = 5,4 \text{ m}$

a) obliczenia zgodnie z normą DIN 6812

Tygodniowe obciążenie aparatu $W = 20000 \text{ mA min/tydzień}$ na jedną zmianę

$D_t = 3 \text{ mSv/rok} \div 0,06 \text{ mSv/tydzień}$ – pracownik szpitala zawodowo narażony w pracowni rtg;

$H_1 = 12 \text{ mSv/mA min}; T = 1$

$a = 0,5 \text{ m}; W = I \times t = 20000 \text{ mAmin/tydzień}, l = 5,4 \text{ m}$

Nominalna krotność osłabienia:

$$k_{1,p} = \frac{12 \text{ mSv} \cdot 20000 \text{ mA min} \cdot 1}{\text{mA min} \cdot 0,06 \text{ mSv}} = 4\,000\,000$$

Współczynnik rozpraszania dla tomografu komputerowego:

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

$$k_{s,r} = 0,002 \cdot 0,02 \cdot 4\,000\,000 \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(0,5 \text{ m})^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(5,4 \text{ m})^2} = 21,9$$

uwzględniając promieniowanie uboczne ($f_u = 6$) otrzymuje się wartość **132**, co zgodnie z normą **DIN 6812** odpowiada osłabieniu w warstwie ołowiu o grubości **1,1 mm**.

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

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

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{52,2 \cdot 5,4^2}{333 \cdot 1} = 4,57 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

gdzie: $D = 52,2 \mu\text{Gy}; l = 5,4 \text{ m}; T = 1; U = 1; t \cdot I = 20000 \text{ mAmin} = 333 \text{ mAh}$ (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 2 mm Pb.

WNIOSEK:

Proponowana osłona Sterowni CT może być wykonana z materiału równoważnego 2 mm Pb co odpowiada nie mniej niż 20 cm cegły pełnej. Okno powinno być wykonane ze szkła ołowiowego równoważnego 2 mm Pb.

6.1.2 T 2 – Osłona drzwi wejściowych ze Sterowni do pracowni CT

Do punktu T 2 dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem **U = 1**. Prawdopodobieństwo przebywania osób w rejonie punktu T 2 w czasie pracy aparatu **T = 0,25**. Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania **l = 4,5 m**

a) obliczenia zgodnie z normą DIN 6812

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

D_t = 3 mSv/rok ÷ 0,06 mSv/tydzień – pracownik szpitala zawodowo narażony w pracowni rtg;

H₁ = 12 mSv/mA min; T = 1

a = 0,5 m; W = I x t = 20000 mAmin/tydzień, l = 4,5 m

Nominalna krotność osłabienia:

$$k_{1,p} = \frac{12 \text{ mSv} \cdot 20000 \text{ mA min} \cdot 0,25}{\text{mA min} \cdot 0,06 \text{ mSv}} = \mathbf{1\ 000\ 000}$$

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:

$$k_{s,r} = 0,002 \cdot 0,02 \cdot 1\ 000\ 000 \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(0,5 \text{ m})^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(4,5 \text{ m})^2} = \mathbf{7,9}$$

uwzględniając promieniowanie uboczne (f_u = 6) otrzymuje się wartość **47**, co zgodnie z normą **DIN 6812** odpowiada osłabieniu w warstwie ołowiu o grubości **0,75 mm**.

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

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

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{52,2 \cdot 4,5^2}{333 \cdot 0,25} = \mathbf{12,7 \mu Gy h^{-1} m^2 mA^{-1}}$$

gdzie: **D = 52,2 μGy; l = 4,5 m; T = 0,25; U = 1; t · I = 20000 mAmin = 333 mAh** (jedna zmiana). Obliczona wartość współczynnika **C₁** zgodnie z wykresem (rys. 3) w punkcie 2.5.2.2 normy PN-86/J 80001 określa wymaganą grubość osłony nie mniejszą od 1,5 mm Pb.

WNIOSEK:

Osłona drzwi wejściowych ze Sterowni do pracowni CT powinna być równoważna nie mniej niż 1,5 mm Pb. Drzwi powinny zawierać 2 mm Pb.

6.1.3 T 3 – Osłona drzwi wejściowych z Hallu do pracowni CT

Do punktu T 3 dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem $U = 1$. Prawdopodobieństwo przebywania osób z ogółu ludności w rejonie punktu T 3 w czasie pracy aparatu $T = 0,25$. Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania $l = 4,5 \text{ m}$

a) obliczenia zgodnie z normą DIN 6812

Tygodniowe obciążenie aparatu $W = 20000 \text{ mA min/tydzień}$ na jedną zmianę

$D_t = 0,3 \text{ mSv/rok} \div 0,006 \text{ mSv/tydzień}$ – osoba nie narażona zawodowo;

$H_1 = 12 \text{ mSv/mA min}; T = 0,05$

$a = 0,5 \text{ m}; W = I \times t = 20000 \text{ mAmin/tydzień}, l = 4,5 \text{ m}$

Nominalna krotność osłabienia:

$$k_{1,p} = \frac{12 \text{ mSv} \cdot 20000 \text{ mA min} \cdot 0,05}{\text{mA min} \cdot 0,006 \text{ mSv}} = 2\,000\,000$$

Współczynnik rozpraszania dla tomografu komputerowego:

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

$$k_{s,r} = 0,002 \cdot 0,02 \cdot 2\,000\,000 \cdot \frac{1\text{m}^2}{(0,5 \text{ m})^2} \cdot \frac{1\text{m}^2}{(4,5\text{m})^2} = 15,8$$

uwzględniając promieniowanie uboczne ($f_u = 6$) otrzymuje się wartość **94,8**, co zgodnie z normą **DIN 6812** odpowiada osłabieniu w warstwie ołowiu o grubości **0,95 mm**.

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

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

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{5,22 \cdot 4,5^2}{333 \cdot 0,05} = 6,35 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

gdzie: $D = 5,22 \mu\text{Gy}; l = 4,5 \text{ m}; T = 0,05; U = 1; t \cdot I = 20000 \text{ mAmin} = 333 \text{ mAh}$ (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 1,8 mm Pb.

WNIOSEK:

Osłona drzwi wejściowych z Hallu do pracowni CT powinna być równoważna nie mniej niż 1,8 mm Pb. Drzwi powinny zawierać 2 mm Pb.

6.1.4 T 4 – Osłona Hallu

Do punktu T 4 dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem $U = 1$. Prawdopodobieństwo przebywania osób z ogółu ludności w rejonie punktu T 4 w czasie pracy aparatu $T = 0,25$. Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania $l = 4,5 \text{ m}$

a) obliczenia zgodnie z normą DIN 6812

Tygodniowe obciążenie aparatu $W = 20000 \text{ mA min/tydzień}$ na jedną zmianę

$D_t = 0,3 \text{ mSv/rok} \div 0,006 \text{ mSv/ tydzień}$ – osoba nie narażona zawodowo;

$H_1 = 12 \text{ mSv/mA min}; T = 0,05$

$a = 0,5 \text{ m}; W = I \times t = 20000 \text{ mAmin/tydzień}, l = 4,5 \text{ m}$

Nominalna krotność osłabienia:

$$k_{1,p} = \frac{12 \text{ mSv} \cdot 20000 \text{ mA min} \cdot 0,05}{\text{mA min} \cdot 0,006 \text{ mSv}} = 2\,000\,000$$

Współczynnik rozpraszania dla tomografu komputerowego:

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

$$k_{s,r} = 0,002 \cdot 0,02 \cdot 2\,000\,000 \cdot \frac{1\text{m}^2}{(0,5 \text{ m})^2} \cdot \frac{1\text{m}^2}{(4,5\text{m})^2} = 15,8$$

uwzględniając promieniowanie uboczne ($f_u = 6$) otrzymuje się wartość **94,8**, co zgodnie z normą **DIN 6812** odpowiada osłabieniu w warstwie ołowiu o grubości **0,95 mm**.

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

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

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{5,22 \cdot 4,5^2}{333 \cdot 0,05} = 6,35 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

gdzie: $D = 5,22 \mu\text{Gy}; l = 4,5 \text{ m}; T = 0,05; U = 1; t \cdot I = 20000 \text{ mAmin} = 333 \text{ mAh}$ (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 1,8 mm Pb.

WNIOSEK:

Ściana osłonowa Hallu z pracownią CT powinna być równoważna nie mniej niż 1,8 mm Pb, co odpowiada nie mniej niż 20 cm cegły pełnej.

6.1.5 T 5 – Osłona drzwi wejściowych z Hallu do kabiny pacjenta

Do punktu T 5 dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem $U = 1$. Prawdopodobieństwo przebywania osób z ogółu ludności w rejonie punktu T 5 w czasie pracy aparatu $T = 0,05$. Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania $l = 4,5 \text{ m}$

a) obliczenia zgodnie z normą DIN 6812

Tygodniowe obciążenie aparatu $W = 20000 \text{ mA min/tydzień}$ na jedną zmianę

$D_t = 0,3 \text{ mSv/rok} \div 0,006 \text{ mSv/tydzień}$ – osoba nie narażona zawodowo;

$H_t = 12 \text{ mSv/mA min}; T = 0,05$

$a = 0,5 \text{ m}; W = I \times t = 20000 \text{ mAmin/tydzień}, l = 4,5 \text{ m}$

Nominalna krotność osłabienia:

$$k_{L,p} = \frac{12 \text{ mSv} \cdot 20000 \text{ mA min} \cdot 0,05}{\text{mA min} \cdot 0,006 \text{ mSv}} = 2\,000\,000$$

Współczynnik rozpraszania dla tomografu komputerowego:

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

$$k_{s,r} = 0,002 \cdot 0,02 \cdot 2\,000\,000 \cdot \frac{1\text{m}^2}{(0,5 \text{ m})^2} \cdot \frac{1\text{m}^2}{(4,5\text{m})^2} = 15,8$$

uwzględniając promieniowanie uboczne ($f_u = 6$) otrzymuje się wartość **94,8**, co zgodnie z normą **DIN 6812** odpowiada osłabieniu w warstwie ołowiu o grubości **0,95 mm**.

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

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

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{5,22 \cdot 4,5^2}{333 \cdot 0,05} = 6,35 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

gdzie: $D = 5,22 \mu\text{Gy}; l = 4,5 \text{ m}; T = 0,05; U = 1; t \cdot I = 20000 \text{ mAmin} = 333 \text{ mAh}$ (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 1,8 mm Pb.

WNIOSEK:

Osłona drzwi wejściowych z Hallu do kabiny pacjenta powinna być równoważna nie mniej niż 1,8 mm Pb. Drzwi powinny zawierać 2 mm Pb.

6.1.6 T 6 – Osłona korytarza 062

Do punktu T6 dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem $U = 1$. Prawdopodobieństwo przebywania osób z ogółu ludności w rejonie punktu T 6 w czasie pracy aparatu $T = 0,05$. Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania $l = 3,8 \text{ m}$

a) obliczenia zgodnie z normą DIN 6812

Tygodniowe obciążenie aparatu $W = 20000 \text{ mA min/tydzień}$ na jedną zmianę

$D_t = 0,3 \text{ mSv/rok} \div 0,006 \text{ mSv/ tydzień}$ – osoba nie narażona zawodowo;

$H_1 = 12 \text{ mSv/mA min}; T = 0,05$

$a = 0,5 \text{ m}; W = I \times t = 20000 \text{ mAmin/tydzień}, l = 4,5 \text{ m}$

Nominalna krotność osłabienia:

$$k_{t,p} = \frac{12 \text{ mSv} \cdot 20000 \text{ mA min} \cdot 0,05}{\text{mA min} \cdot 0,006 \text{ mSv}} = 2\,000\,000$$

Współczynnik rozpraszania dla tomografu komputerowego:

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

$$k_{s,r} = 0,002 \cdot 0,02 \cdot 2\,000\,000 \cdot \frac{1\text{m}^2}{(0,5 \text{ m})^2} \cdot \frac{1\text{m}^2}{(3,8\text{m})^2} = 22,16$$

uwzględniając promieniowanie uboczne ($f_u = 6$) otrzymuje się wartość **133**, co zgodnie z normą **DIN 6812** odpowiada osłabieniu w warstwie ołowiu o grubości **1,1 mm**.

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

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

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{5,22 \cdot 3,8^2}{333 \cdot 0,05} = 4,5 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

gdzie: $D = 5,22 \mu\text{Gy}; l = 4,5 \text{ m}; T = 0,05; U = 1; t \cdot I = 20000 \text{ mAmin} = 333 \text{ mAh}$ (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 2 mm Pb.

WNIOSEK:

Ściana osłonowa pomiędzy pomieszczeniem tomografu a korytarzem 062 powinna być równoważna nie mniej niż 2 mm Pb, co odpowiada 20 cm cegły pełnej

6.1.7 T 7 – Osłona WC 062a

Do punktu T 7 dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem $U = 1$. Prawdopodobieństwo przebywania osób z ogółu ludności w rejonie punktu T 7 w czasie pracy aparatu $T = 0,05$. Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania $l = 3,8 \text{ m}$

a) obliczenia zgodnie z normą DIN 6812

Tygodniowe obciążenie aparatu $W = 20000 \text{ mA min/tydzień}$ na jedną zmianę

$D_t = 0,3 \text{ mSv/rok} \div 0,006 \text{ mSv/tydzień}$ – osoba nie narażona zawodowo;

$H_t = 12 \text{ mSv/mA min}; T = 0,05$

$a = 0,5 \text{ m}; W = I \times t = 20000 \text{ mAmin/tydzień}, l = 4,5 \text{ m}$

Nominalna krotność osłabienia:

$$k_{s,p} = \frac{12 \text{ mSv} \cdot 20000 \text{ mA min} \cdot 0,05}{\text{mA min} \cdot 0,006 \text{ mSv}} = 2\,000\,000$$

Współczynnik rozpraszania dla tomografu komputerowego:

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

$$k_{s,r} = 0,002 \cdot 0,02 \cdot 2\,000\,000 \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(0,5 \text{ m})^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(3,8 \text{ m})^2} = 22,16$$

względniając promieniowanie uboczne ($f_u = 6$) otrzymuje się wartość **133**, co zgodnie z normą **DIN 6812** odpowiada osłabieniu w warstwie ołowiu o grubości **1,1 mm**.

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

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

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{5,22 \cdot 3,8^2}{333 \cdot 0,05} = 4,5 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

gdzie: $D = 5,22 \mu\text{Gy}; l = 4,5 \text{ m}; T = 0,05; U = 1; t \cdot I = 20000 \text{ mAmin} = 333 \text{ mAh}$ (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 2 mm Pb.

WNIOSEK:

Ściana osłonowa pomiędzy помещeniem tomografu a WC 062a powinna być równoważna nie mniej niż 2 mm Pb, co odpowiada 20 cm cegły pełnej

6.1.8 T 8- Osłona Sterowni akceleratora I [08]

Do punktu T 8 dociera promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem $U = 1$. Prawdopodobieństwo przebywania osób w Sterowni akceleratora w czasie pracy aparatu $T = 1$. Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania $l = 4,2 \text{ m}$

a) obliczenia zgodnie z normą DIN 6812

Tygodniowe obciążenie aparatu $W = 20000 \text{ mA min/tydzień}$ na jedną zmianę

$D_t = 3 \text{ mSv/rok} \div 0,06 \text{ mSv/tydzień}$ – pracownik szpitala zawodowo narażony w pracowni rtg;

$H_1 = 12 \text{ mSv/mA min}; T = 1$

$a = 0,5 \text{ m}; W = I \times t = 20000 \text{ mAmin/tydzień}, l = 4,2 \text{ m}$

Nominalna krotność osłabienia:

$$k_{1,p} = \frac{12 \text{ mSv} \cdot 20000 \text{ mA min} \cdot 1}{\text{mA min} \cdot 0,06 \text{ mSv}} = 4\ 000\ 000$$

Współczynnik rozpraszania dla tomografu komputerowego:

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

$$k_{s,r} = 0,002 \cdot 0,02 \cdot 4\ 000\ 000 \cdot \frac{1\text{m}^2}{(0,5 \text{ m})^2} \cdot \frac{1\text{m}^2}{(4,2\text{m})^2} = 36,3$$

względniając promieniowanie uboczne ($f_u = 6$) otrzymuje się wartość **218**, co zgodnie z normą **DIN 6812** odpowiada osłabieniu w warstwie ołowiu o grubości **1,2 mm**.

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

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

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{52,2 \cdot 4,2^2}{333 \cdot 1} = 2,78 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{m}^2 \text{mA}^{-1}$$

gdzie: $D = 52,2 \mu\text{Gy}; l = 5,4 \text{ m}; T = 1; U = 1; t \cdot I = 20000 \text{ mAmin} = 333 \text{ mAh}$ (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 2,2 mm Pb.

WNIOSEK:

Osłona Sterowni akceleratora I musi być wykonana z materiału równoważnego 2,2 mm Pb co odpowiada nie mniej niż 22 cm cegły pełnej. Osłona łączna 50 cm cegły pełnej jest wystarczająca.

6.1.9 Osłona stropu nad Pracownią Tomografu komputerowego

W związku z planowaną nadbudową należy zadbać o ochronę pomieszczeń powyżej. Do pomieszczeń biurowych docierać będzie promieniowanie rozproszone i uboczne z prawdopodobieństwem $U = 1$. Prawdopodobieństwo przebywania osób w pomieszczeniach biurowych $T = 1$. Minimalna odległość punktu osłanianego od centrum rozpraszania $l = 4 \text{ m}$.

a) obliczenia zgodnie z normą DIN 6812

Tygodniowe obciążenie aparatu $W = 20000 \text{ mA min/tydzień na jedną zmianę}$
 $D_r = 0,3 \text{ mSv/rok} \div 0,006 \text{ mSv/tydzień}$ – pracownik szpitala poza pracownią rtg;
 $H_1 = 12 \text{ mSv/mA min}; T = 1$
 $a = 0,5 \text{ m}; W = I \times t = 20000 \text{ mAmin/tydzień}, l = 4 \text{ m}$

Nominalna krotność osłabienia:

$$k_{1,p} = \frac{12 \text{ mSv} \cdot 20000 \text{ mA min} \cdot 1}{\text{mA min} \cdot 0,006 \text{ mSv}} = 40\ 000\ 000$$

Współczynnik rozpraszania dla tomografu komputerowego:

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

$$k_{s,r} = 0,002 \cdot 0,02 \cdot 40\ 000\ 000 \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(0,5 \text{ m})^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{(4 \text{ m})^2} = 400$$

uwzględniając promieniowanie uboczne ($f_u = 6$) otrzymuje się wartość 2400, co zgodnie z normą **DIN 6812** odpowiada osłabieniu w warstwie ołowiu grubości **2,2 mm**.

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

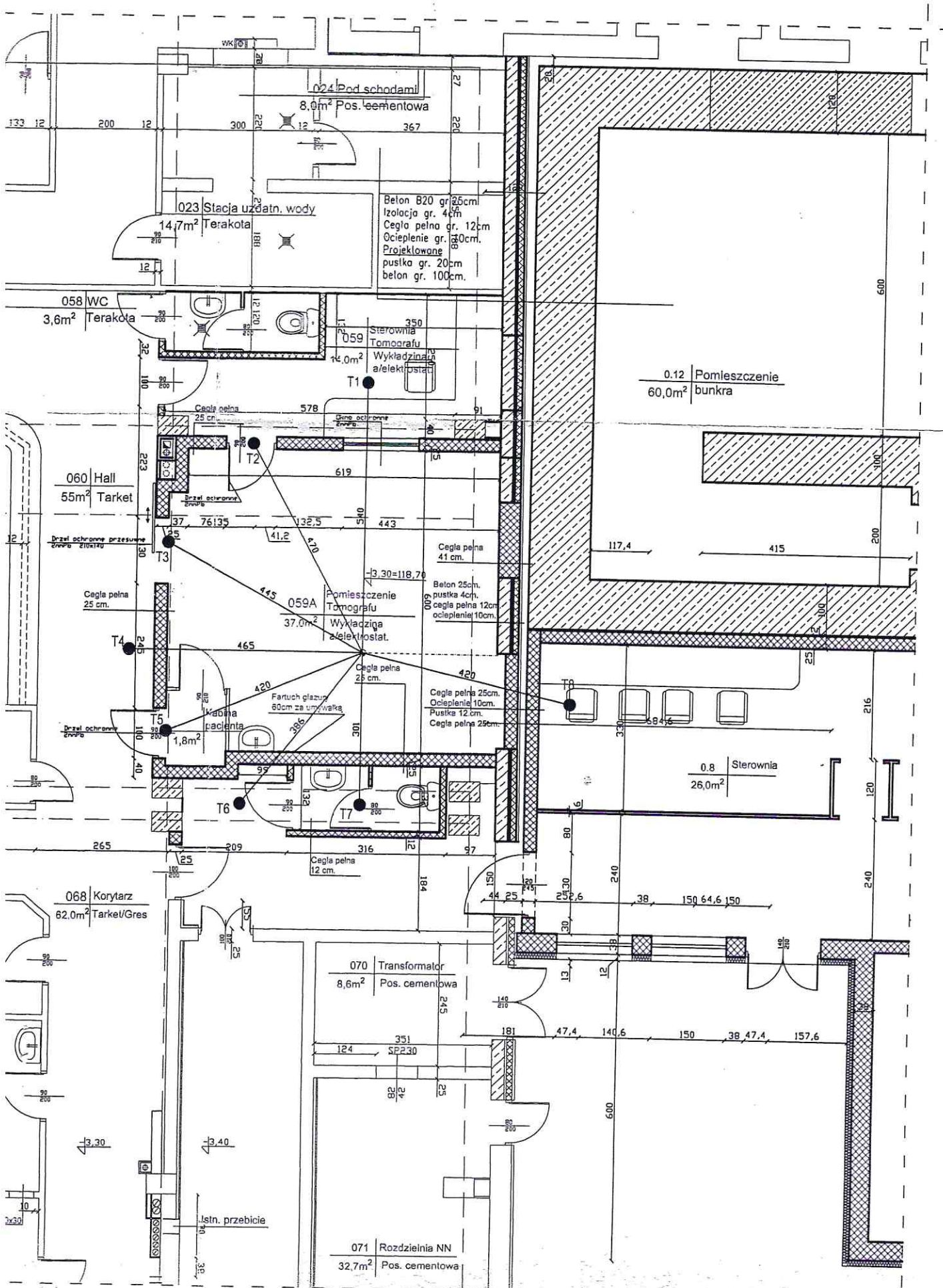
Zredukowana moc dawki promieniowania rozpraszanego przez tkanekę przy identycznych parametrach wyjściowych:

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I \cdot T} = \frac{5,22 \cdot 4^2}{333 \cdot 1} = 0,418 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1} \text{ poza zakresem normy}$$

gdzie: $D = 5,22 \mu\text{Gy}; l = 4 \text{ m}; T = 1; U = 1; t \cdot I = 20000 \text{ mAmin} = 333 \text{ mAh}$
 otrzymany wynik jest poza zakresem normy PN-86/J 80001.

WNIOSEK:

Osłona stropu nad Pracownią Tomografu komputerowego powinna być równoważna **2,2 mm Pb**, co odpowiada nie mniej niż **20 cm betonu**. Jeżeli cały strop zrealizowany jest z elementów **SPIROL 26 cm** należy sufit podwieszony wzmocnić folią **1 mm Pb**.



024 Pod schodami
8,0m² Pos. cementowa

023 Stacja uzdatn. wody
14,7m² Terakota

Belon B20 gr. 25cm
Izolacja gr. 4cm
Cegła pełna gr. 12cm
Ocieplenie gr. 10cm.
Projeklowane
puszka gr. 20cm
beton gr. 100cm.

058 WC
3,6m² Terakota

059 Sterownia Tomografu
14,0m² Wykładzina
a/elektrostat.

0.12 Pomieszczenie
60,0m² bunkra

060 Hall
55m² Tarket

059A Pomieszczenie Tomografu
37,0m² Wykładzina
a/elektrostat.

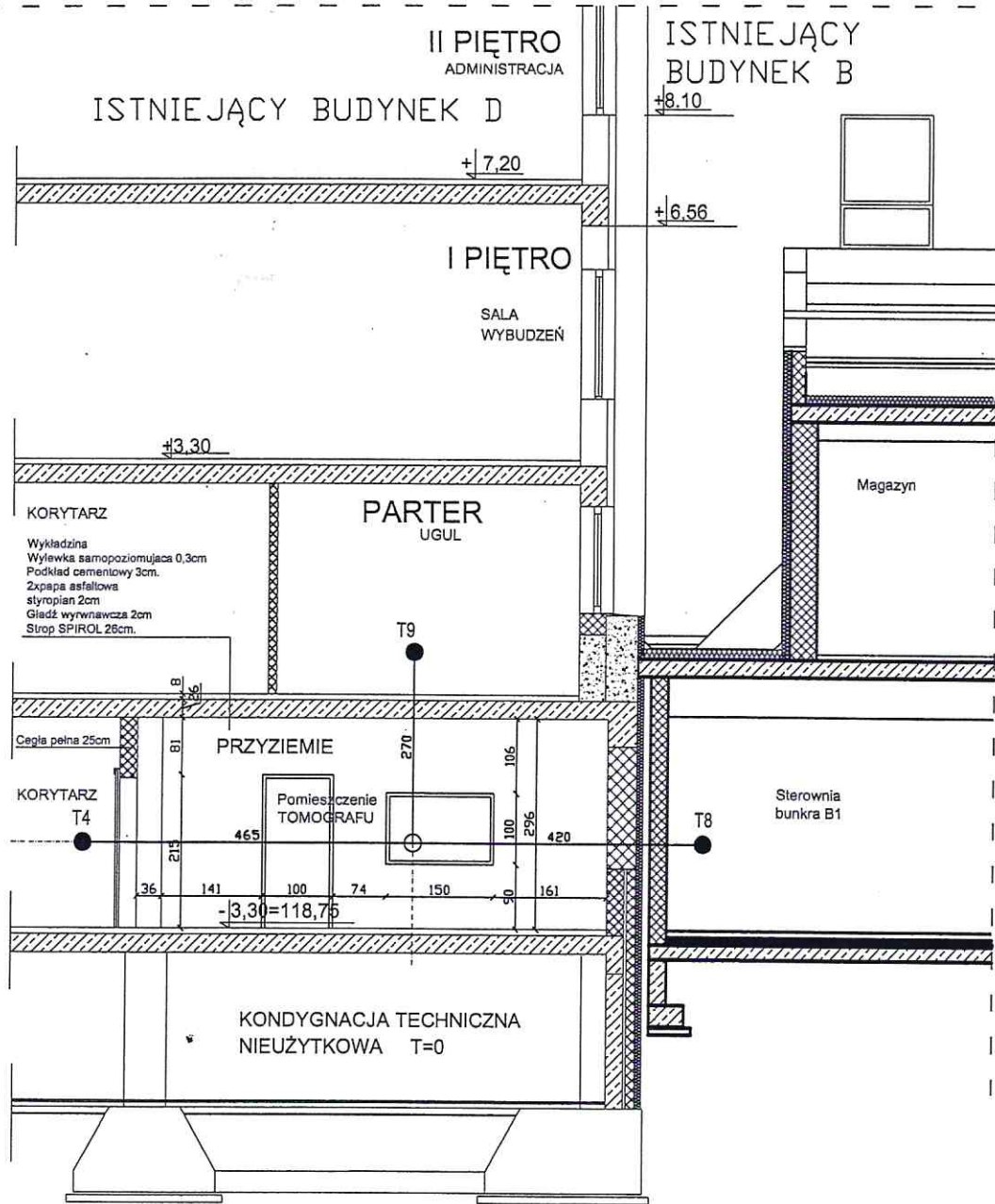
0.8 Sterownia
26,0m²

068 Korytarz
62,0m² Tarket/Gres

070 Transformator
8,6m² Pos. cementowa

071 Rozdzielnia NN
32,7m² Pos. cementowa

Istn. przebiecie



OCHRONA RADIOLOGICZNA
 PRZEKRÓJ POMIESZCZENIA TOMOGRAFU
 Skala 1:100

BIURO STUDIÓW I PROJEKTÓW BUDOWNICTWA MSW Sp.z o.o. 02-956 WARSZAWA UL. RUMIANA 108				
Objekt: ZOZ MSWiA z Warmińsko-Mazurskim Centrum Onkologii Al. Wojska Polskiego 37, 10-228 Olsztyn				Branża:
Temat rys.: OCHRONA RADIOLOGICZNA RZUT POMIESZCZENIA TOMOGRAFU				Faza:
Data: 12.2008	Imię i Nazwisko	Nr uprawnień	Podpis	Skala: 1:100
Projektował	proj.arch. M. Kurcz	St - 79/90		Nr rys. 2
Sprawdził				