

TEMAT:

**PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ
OBLICZENIA OSŁON STAŁYCH**

OBIEKT:

**Pracownia Tomografii Komputerowej
Dział Diagnostyki Obrazowej**

**Wojewódzki Szpital Zespolony w Kielcach
25-736 Kielce, ul. Grunwaldzka 45**

PROJEKTANT:

mgr inż. Jerzy Andrzejak



Warszawa listopad 2008

PUH „ARGUS” Halina Andrzejak

03-126 WARSZAWA, ul. Antalla 4/90.

tel: 0 602 496 906

NIP – 524-106-87-00

fax: 022-676-55-30

SPIS TREŚCI

I. OPIS	2
Przedmiot i zakres opracowania	2
Podstawa opracowania	2
Akty prawne i normy:	2
Warunki bezpiecznego stosowania aparatu rtg	3
Ochrona personelu	3
Ochrona pacjenta	4
II. OBLICZENIA GRUBOŚCI OSŁON	5
1. ZAŁOŻENIA	5
Określenie miejsc chronionych	5
Założone limity dawek	6
Wzory obliczeniowe	7
Charakterystyka źródeł promieniowania	8
2. OBLICZENIA GRUBOŚCI OSŁON	9
2.1 Metodyka obliczeń	9
2.2 Obliczenia - gabinet tomografii	9
3. ZESTAWIENIE WYNIKÓW OBLICZEŃ	13
4. WNIOSKI I ZALECENIA	15
5. UWAGI KOŃCOWE	17
III. RYSUNKI	17

I. OPIS

Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest obliczenie i dobór osłon stałych przed promieniowaniem jonizującym dla gabinetu tomografii komputerowej w Wojewódzkim Szpitalu Zespolonym w Kielcach, ul. Grunwaldzka 45.

Pracownia Tomografii Komputerowej jest obiektem pracującym od wielu lat. Zlokalizowana na II piętrze, w głównym budynku Szpitala.

W skład pracowni wchodzi:

- gabinet badań TC - 38,3 m²
- sterownia - 14,8 m²
- pokój przygotowania pacjentów - 7,8 m²

Projekt opracowany został w związku z zakupem i instalacją nowego tomografu komputerowego.

Przewidywany termin montażu aparatu – grudzień 2008 rok.

Podstawa opracowania

Projekt wykonano w oparciu o :

- zlecenie Inwestora
- wizję lokalną i dane przekazane przez użytkownika oraz dostawcę nowego aparatu

Akty prawne i normy:

- USTAWA z dnia 29 listopada 2000 r. PRAWO ATOMOWE (Dz.U. Nr 42, poz. 276 z 2007 r. – tekst jednolity).
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U. Nr 180 z 2006 r., poz.1325).
- ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 25 sierpnia 2005 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz.U. z 2005r. Nr 194, poz. 1625)
- ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. Nr 20, poz. 168) ;
- ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 20 lutego 2007 r. w sprawie podstawowych wymagań dotyczących terenów kontrolowanych i nadzorowanych (Dz.U. Nr 131 z 2007 r., 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 27 kwietnia 2004 r. w sprawie ochrony przed promieniowaniem jonizującym pracowników zewnętrznych narażonych podczas pracy na terenie kontrolowanym (Dz. U. Nr 102, poz. 1064)
- ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 03 lutego 2005r w sprawie planów postępowania awaryjnego w przypadku zdarzeń radiacyjnych z późniejszymi zmianami (Dz.U. z 2005 r. Nr 20, poz. 169; Dz.U. z 2007r Nr 131 poz. 912).
- ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 23 marca 2007 r. w sprawie wymagań dotyczących rejestracji dawek indywidualnych (Dz.U. z 2007 r., Nr 131, poz. 913).

- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA z dnia 01 grudnia 2006 r. w sprawie nadawania uprawnień inspektora ochrony radiologicznej w pracowniach stosujących aparaty rentgenowskie w celach medycznych (Dz.U. Nr 239 z 2006 r., poz.1737).
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA z dnia 22 grudnia 2006 r. w sprawie nadzoru i kontroli w zakresie przestrzegania warunków ochrony radiologicznej w jednostkach organizacyjnych stosujących aparaty rentgenowskie do celów diagnostyki medycznej, radiologii zabiegowej, radioterapii powierzchniowej i radioterapii schorzeń nienowotworowych (Dz.U. Nr 1 z 2007 r., poz.11).
- ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 3 grudnia 2002 r. w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności (Dz.U. Nr 220, poz. 1851 z 2002r ; Dz.U. Nr 98, poz. 981 z 2004r.; Dz.U. Nr 127 poz. 883 z 2006 r.);
- ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 27 marca 2008 r. w sprawie minimalnych wymagań dla jednostek ochrony zdrowia udzielających świadczeń zdrowotnych w zakresie rentgenodiagnostyki, radiologii zabiegowej oraz diagnostyki i terapii radioizotopowej chorób nowotworowych (Dz. U. z 2008 r. Nr 59, poz. 365).
- Polska Norma PN-86/J-80001 pt. „Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych” ustanowiona przez Polski Komitet Normalizacji, Miary i Jakości dnia 10.06.1986 r. (Dz. Normalizacji i Miary Nr 11/1986, poz.22).

Warunki bezpiecznego stosowania aparatu rtg

Każda pracownia rtg powinna być wyposażona w takie urządzenia ochronne i zabezpieczające, aby dawki promieniowania jonizującego otrzymywane przez osoby zatrudnione w pracowni i 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 określonych w Dz. U. Nr 20, poz. 168 z 2005 r.

Urządzenia radiologiczne powinny podlegać wewnętrznym testom kontroli fizycznych parametrów pracy (zgodnie z przepisami o prowadzeniu kontroli jakości).

Każdy aparat rtg musi być zainstalowany zgodnie z instrukcją producenta.

Badania rentgenodiagnostyczne wykonywane będą przez lekarza radiologa lub technika elektroradiologii.

Ochrona personelu

Aparat rentgenowski powinny obsługiwać jedynie osoby przeszkolone w zakresie obsługi danego typu aparatu i znające zasady ochrony radiologicznej w warunkach pracowni rentgenowskiej.

W trakcie ekspozycji personel, którego obecność jest konieczna w pobliżu pacjenta powinien korzystać z osłon indywidualnych (fartuchy ochronne, okulary).

Personel, którego obecność nie jest konieczna na sali w trakcie ekspozycji, powinien chronić się za osłonami stałymi. Wyzwalanie ekspozycji następuje z pomieszczenia sterowni.

Kobiety ciężarne podlegają ograniczeniom zatrudnienia w warunkach narażenia na promieniowanie zgodnie z Rozp. RM - w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego Dz.U. 2005r. Nr 20, poz. 168.

Zaleca się, aby osoby wykonujące badania rentgenowskie podlegały systematycznej kontroli narażenia przez prowadzenie kontroli dawek indywidualnych.

Kontrolę napromieniowania personelu z wykorzystaniem dawkomierzy osobistych prowadzi między innymi Pracownia Kontroli Dawek Indywidualnych Zakładu Radiobiologii WIIiE w Warszawie oraz Zakład Ochrony Radiologicznej Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi, ul. Św. Teresy 8, tel. (042) 631-45-02 a także inne akredytowane laboratoria badawcze.

Ochrona pacjenta

Należy dążyć do zminimalizowania dawki jaką pochłonie pacjent przy równoczesnym uzyskaniu maksymalnej w danych warunkach ilości informacji . Należy zwrócić uwagę na konieczność stałej kontroli parametrów całego procesu obrazowania (kontrola jakości).

W czasie ekspozycji należy stosować osłony osobiste chroniące przed promieniowaniem części ciała i narządy pacjenta niebędące przedmiotem badania, a mogące znaleźć się w pobliżu wiązki pierwotnej promieniowania, jeżeli nie umniejsza to diagnostycznych wartości wyników badania (osłony na gonady).

Wykonywanie badań rentgenodiagnostycznych u kobiet w ciąży jest ograniczone do niezbędnych przypadków, jeżeli nie mogą być one wykonane po rozwiązaniu. W przypadku konieczności badania należy wykonywać w sposób zapewniający maksymalną ochronę płodu przed ekspozycją na promieniowanie, poprzez stosowanie właściwych osłon osobistych na okolicę brzucha i miednicy.

W pracowni i w rejestracji , w widocznym miejscu, winna znajdować się informacja o konieczności powiadomienia rejestratorki i operatora aparatu rentgenowskiego , przed wykonaniem badania, o ciąży pacjentki.

W trakcie wykonywania ekspozycji w gabinecie może przebywać tylko pacjent, podlegający badaniu rtg .

Instalacja sygnalizacyjna

Na drzwiach wejściowych do pokoju badań Ds1 oraz na drzwiach do pokoju przygotowania pacjenta Ds, zgodnie z rysunkiem Nr 1, należy umieścić znaki ostrzegawcze przed promieniowaniem jonizującym (czarny znak „koniczynki” na żółtym tle) z napisem „PRACOWNIA RENTGENOWSKA” .

Nad drzwiami wejściowymi Ds1 oraz Ds, należy zainstalować sygnalizację świetlną, włączaną równocześnie z zasilaniem generatora tomografu, z napisem „ UWAGA PROMIENIOWANIE” i znakiem ostrzegawczym jak na drzwiach (czarny znak koniczynki na żółtym tle).

Łączność głosowa

Między pokojem badań i sterownią należy zapewnić łączność głosową – poprzez interkom lub inny system łączności.

Instalacja wentylacyjna

W Pracowni Tomografii Komputerowej działa sprawna instalacja wentylacyjna nawiewno-wywiewna , która zapewnia nie mniej niż 2 wymiany powietrza na godzinę w każdym z pomieszczeń pracowni.

Opis zdjęć

Ocena i opis zdjęć rentgenowskich dokonywane będą w na stanowisku opisów w sterowni.

II. OBLICZENIA GRUBOŚCI OSŁON

1. ZAŁOŻENIA

Określenie miejsc chronionych

Gabinet Tomografii Komputerowej - pokój badań TC

Tomograf LightSpeed Pro³² firmy GE

Badanie radiologiczne pacjenta odbywać się będzie na stole pacjenta.

Informację o konstrukcji przegród budowlanych otaczających gabinet TC uzyskano od firmy remontowo - budowlanej Janus Robert prowadzącej prace modernizacyjne pracowni, na podstawie wykonanych odkuć i odwiertów próbnych.

Sąsiedztwo gabinetu stanowią:

- **węzeł sanitarny personelu** - ściana istniejąca [AB] z cegły pełnej 12 cm pokrytej tynkiem barytobetonowym o grubości 4-5 cm, stabilizowanym siatką Leduchowskiego - [punkt obliczeniowy P1, P2];
 - **pokój przygotowania pacjenta** - ściana istniejąca [AB] z cegły pełnej 12 cm pokrytej tynkiem barytobetonowym o grubości 4-5 cm, stabilizowanym siatką Leduchowskiego - [punkt obliczeniowy P3];
 - **sterownia** - ściana [BC] - częściowo przebudowana - na odc. **BC1** nowy fragment ściany zbudowany z bloczków barytobetonowych 12 cm na zaprawie barytowej; - na odc. **C1C** część ściany istniejącej z cegły pełnej 12cm pokrytej tynkiem barytobetonowym o grubości 2-2,5cm. Po odsłonięciu tynku barytowego (skuto kafelki) okazało się, że jest on silnie spękany. Nie mając możliwości określenia skuteczności osłonnej istniejącej warstwy barytu - pominięto ją w obliczeniach - [punkt obliczeniowy P4];
 - **ściana zewnętrzna** - ściana istniejąca [CD] z cegły pełnej 60 cm pokrytej tynkiem barytobetonowym o grubości 4-5 cm, stabilizowanym siatką Leduchowskiego - gabinet znajduje się na II piętrze, okno na wysokości ponad 8 m ponad terenem zewnętrznym, kondygnację niżej, w odległości ok. 7m. od ściany okiennej, dach łącznika szpitalnego - ścianę pominięto w obliczeniach.
 - **gabinet lekarski (okulista)** - ściana istniejąca [DA] z cegły pełnej 54 cm pokrytej tynkiem barytobetonowym o grubości 4-5 cm, stabilizowanym siatką Leduchowskiego - [punkt obliczeniowy P5];
 - **blok operacyjny - strop górny** - strop ceramiczny Akermana z warstwą nadbetonu 10 cm + wylewka betonowa 7 cm; od strony gabinetu TC strop wzmocniono warstwą barytobetonu 2,5 - 3 cm stabilizowaną siatką Leduchowskiego (konstrukcja istniejąca) - [punkt obliczeniowy Pg];
 - **oddział rehabilitacji - strop dolny** - strop ceramiczny Akermana wzmocniony pod aparatem dwuteownikami stalowymi przykrytymi w osi aparatu blachą stalową 10 mm o wymiarach 200cm x 350 cm; na całej powierzchni stropu dolnego wylano warstwę barytobetonu o grubości 18cm (konstrukcja istniejąca) - [punkt obliczeniowy Pd];
- o Powierzchnia gabinetu : 38,3 m².
- o Wysokość całkowita: 2,91 m.

Ochronność własna przegród / przy napięciu 140 kV/:

ściana AB - cegła 12cm + baryt 4 cm:	3,4 mm Pb
ściana BC / na odcinku BC1 / - 12 cm barytobeton:	8,4 mm Pb
ściana BC / na odcinku C1C / - cegła 12cm:	0,8 mm Pb
ściana CD - cegła 60 cm + baryt 4 cm :	> 8,5 mm Pb
ściana DA - cegła 54 cm + baryt 4 cm:	8,5 mm Pb
strop górny - pustaki Akermana + beton 17 cm + baryt 2,5cm :	3,9 mm Pb
strop dolny - pustaki Akermana + baryt 18 cm:	> 12,0 mm Pb

Założone limity dawek

Na podstawie rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego Dz.U. 2005r. Nr 20, poz. 168 z późniejszymi zmianami), dawka graniczna, wyrażona jako dawka skuteczna (efektywna), wynosi:

- 20 mSv/rok - dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące,
- 1 mSv/rok - dla osób z ogółu ludności.

Ustawa Prawo Atomowe (tekst jednolity - Dz. U. z 2007 r. Nr 42, poz. 276) w celu dostosowania sposobu oceny zagrożenia pracowników w jednostkach organizacyjnych do jego spodziewanego poziomu, w zależności od wielkości zagrożenia wprowadza dwie kategorie pracowników:

- kategoria A obejmuje pracowników, którzy mogą być narażeni na dawkę skuteczną przekraczającą 6 mSv w ciągu roku,
- kategoria B obejmuje pracowników, którzy mogą być narażeni na dawkę skuteczną przekraczającą 1 mSv w ciągu roku.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (z 21 sierpnia 2006 r.) zakłada, że konstrukcja ścian, stropów, drzwi i okien pracowni rentgenowskiej (zlokalizowanej w budynku niemieszkalnym) oraz zainstalowane urządzenia ochronne zapobiegają otrzymaniu przez

- o osoby pracujące w gabinecie rentgenowskim - dawki rocznej (efektywnej), związanej z wykorzystaniem promieniowania jonizującego w pracowni rentgenowskiej - przekraczającej wartość 6 mSv ;
- o osoby pracujące w pomieszczeniach pracowni rentgenowskiej, poza gabinetem rentgenowskim - dawki rocznej przekraczającej wartość 3 mSv
- o osoby pracujące w pomieszczeniach , poza pracownią rentgenowską, a także osoby z ogółu ludności , przebywające w sąsiedztwie - dawki rocznej przekraczającej wartość 0,5 mSv

Zgodnie z zaleceniami Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej (ICRP) z uwzględnieniem jednostek w systemie SI do obliczeń osłon stałych przyjęto dawkę pochłoniętą, która dokładniej opisuje rzeczywiste narażenie na promieniowanie jonizujące.

Biorąc pod uwagę powyższe oraz podstawową zasadę ochrony radiologicznej (ALARA) wymagającą, aby narażenie było tak małe, jak jest to rozsądnie osiągalne, do obliczeń przyjęto następujące limity dawek:

- dla osób obsługujących aparat rtg z pomieszczenia sterowni a:
w wysokości 3,0 mSv/rok, tj. 0,0577 mSv/tydzień, co odpowiada tygodniowej dawce pochłoniętej $D = 50 \mu\text{Gy} = 0,005 \text{ cGy}$.

- dla osób z ogółu ludności przebywających w sąsiedztwie pracowni oraz osób pracujących w sąsiedztwie pracowni :
w wysokości 0,5 mSv/rok, tj. 0,0096 mSv/tydzień, co odpowiada tygodniowej dawce pochłoniętej $D = 8,4 \mu\text{Gy} = 0,00084 \text{ cGy}$.

Wzory obliczeniowe

Obliczeń grubości osłon dokonano w oparciu o normę PN-86/J-80001. Posłużono się następującymi wzorami:

- ◆ obliczenie zredukowanej mocy dawki promieniowania rozproszonego przez tkankę (C_1)

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot i} \quad [\mu\text{Gy h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}];$$

gdzie:

- D - graniczna dawka tygodniowa przyjęta do obliczeń:
 - dla osób narażonych zawodowo - poza terenem gabinetu (sterownia) :
0,0577 mSv (~50 $\mu\text{Gy} \approx 0,005 \text{ cGy}$);
 - dla pozostałych osób : 0,0096 mSv (~8,4 $\mu\text{Gy} = 0,00084 \text{ cGy}$);
- i - nominalne natężenie prądu anodowego, w [mA];
- t - czas narażenia w ciągu tygodnia osoby przebywającej w miejscu osłanianym , w [h];
 $t = T \times U \times t_0$, gdzie:
 - T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w miejscu osłanianym, wg p. 2.3 normy;
 - U - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczanej osłony, wg p. 2.3 normy;
 - t_0 - maks. czas pracy źródła promieniowania w ciągu tygodnia, w [h];
- l - najmniejsza odległość centrum przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego, w ustalonych warunkach pracy, w [m];

Charakterystyka źródeł promieniowania

Gabinet Tomografii Komputerowej

W gabinecie zainstalowany zostanie 32 rzędowy tomograf LightSpeed Pro³² firmy General Electric.

▷ Podstawowe dane techniczne tomografu LightSpeed Pro ³²	
moc generatora	100 kW
napięcie anodowe	80 - 140 kV
zakres mA	10 - 800 mA
użytkowe napięcie anodowe	120, 140 kV
Czasy skanu przy pełnym obrocie (360°) gantry / podstawowe /	0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0, 2,0s
max. czas pojedynczej akwizycji	60 s

W gabinecie wykonywane będą badania mózgu, zatok, uszu, krtani, kręgosłupa, klatki piersiowej, jamy brzusznej, miednicy, oraz rzadziej badania naczyniowe kończyn, obrazowanie serca, badania pourazowe całego ciała. Tomograf obsługiwał będzie pacjentów z oddziałów szpitalnych, i poradni oraz pacjentów z oddziału ratunkowego.

Tygodniowe obciążenie robocze ustalono na podstawie informacji uzyskanych od użytkownika pracowni rentgenowskiej oraz od dostawcy aparatu.

- o Czas pracy – praca ciągła; badania planowane - 2 zmiany, 5 dni w tygodniu + dyżury
- o Przewidywana łączna ilość badań na tydzień i zmianę:
 - o ilość pacjentów - 100
- o obliczeniowe obciążenie robocze na jedno badanie - 6 000 mAs (140kV, 600mA, 10s)
- o tygodniowe obciążenie robocze na 1 zmianę - 600 000 mAs

Powyższe dane zestawiono w tabeli 1.

TABELA 1. PROGRAM BADAŃ I TYGODNIOWE OBCIĄŻENIE ROBOCZE TOMOGRAFU NA JEDNĄ ZMIANĘ.

Stanowisko diagnostyczne (typ)	Rodzaj badań	Ilość badań na zmianę, na tydzień	Parametry ekspozycji		
			Napięcie na lampie [kV]	Obciążenie robocze na 1 badanie [mAs]	Tygodniowe obciążenie robocze
tomograf LightSpeed Pro ³²	tomografia	100	140	6 000	600 000 mAs = 166,7 mAh

2 OBLICZENIA GRUBOŚCI OSŁON

2.1 Metodyka obliczeń

Obliczenia wykonano dla wszystkich istotnych przegród pionowych (ścian) i poziomych (stropy górny i dolny) otaczających gabinet. Pominięto w obliczeniach tylko ścianę zewnętrzną (II piętro)

- o wiązka pierwotna

W obliczeniach nie uwzględniono promieniowania pierwotnego, ponieważ z załączonych przez producenta aparatu wykresów rozkładu dawki wokół gantry wynika, że wiązka pierwotna jest skutecznie tłumiona przez osłonę własną aparatu..

- o promieniowanie rozproszone

Licząc osłony przed promieniowaniem rozproszonym uwzględniano wszystkie przegrody poza ścianą zewnętrzną...

2.2 Obliczenia - gabinet tomografii

► **ściana wewnętrzna AB (WC, kabina natryskowa, pokój przygotowania pacjenta)** - do ściany docierać będzie tylko promieniowanie rozproszone.

◎ Punkt obliczeniowy [P1, P2, P3]

- rozproszenie przez tkankę:

$$D = 8,4 \mu\text{Gy}$$

$$U = 1$$

$$T = 0,25$$

$$i_{to} = 600\,000 \text{ mAs} = 166,7 \text{ mAh}$$

$$i_t = i_{to} \times T \times U = 166,7 \times 0,25 \times 1 = 41,7 \text{ mAh}$$

$$L = 4,2 \text{ m}$$

$$C_1 = \frac{8,4 * (4,2)^2}{41,7} \approx 3,6 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

co dla napięć rzędu 140 kV odpowiada osłonie - 1,8 mm Pb.

Ściana AB wykonana jest z cegły ceramicznej pełnej 12cm + barytobeton 4 cm -
(eq. 3,4 mm Pb dla 140kV).

- ⇒ Zabezpieczenie ściany AB jest wystarczające.
- ⇒ Drzwi Ds1 mają wystarczającą ochronność 2,0 mm Pb

► ściana wewnętrzna BC (sterownia) - do ściany docierać będzie promieniowanie rozproszone.

◎ Punkt obliczeniowy [P4]

- rozproszenie przez tkankę:

$$D = 50 \mu\text{Gy}$$

$$U = 1$$

$$T = 1$$

$$i_{to} = 600\,000 \text{ mAs} = 166,7 \text{ mAh}$$

$$i_t = i_{to} \times T \times U = 166,7 \times 1 \times 1 = 166,7 \text{ mAh}$$

$$L = 3,46 \text{ m}$$

$$C_1 = \frac{50 \cdot (3,46)^2}{166,7} \approx 3,6 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

co dla napięć rzędu 140 kV odpowiada osłonie - 1,8 mm Pb.

◎ Punkt obliczeniowy [P4A]

- rozproszenie przez tkankę:

$$D = 50 \mu\text{Gy}$$

$$U = 1$$

$$T = 1$$

$$i_{to} = 600\,000 \text{ mAs} = 166,7 \text{ mAh}$$

$$i_t = i_{to} \times T \times U = 166,7 \times 1 \times 1 = 166,7 \text{ mAh}$$

$$L = 4,4 \text{ m}$$

$$C_1 = \frac{50 \cdot (4,4)^2}{166,7} \approx 5,8 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

co dla napięć rzędu 140 kV odpowiada osłonie - 1,4 mm Pb.

Ściana BC na odcinku C1C wykonana jest z cegły pełnej ceramicznej 12 cm pokrytej barytobetonem 2 cm (warstwa barytobetonu silnie spękana - nie została uwzględniona w osłonie własnej ściany) - eq. 0,8 mm Pb dla 140kV.

Na odcinku BC1 powstanie nowy fragment ściany z bloczków barytobetonowych 12cm na zaprawie barytowej - eq. 8,4 mm Pb .

Istniejące drzwi Dr1 zostaną zdemontowane i zamontowane ponownie w przebudowanej ścianie. Konstrukcja futryny i płyta drzwiowego gwarantuje zachowanie szczelności radiologicznej przegrody (pod warunkiem przestrzegania, przy powtórny montażu, wytycznych montażowych producenta drzwi)

- ⇒ Zaleca się zabezpieczyć dodatkowo ścianę BC na odcinku C1C materiałem o ochronności 1,0 mm Pb [blacha ołowiana 1mm lub barytobeton 15 mm).
- ⇒ Drzwi Dr1 mają wystarczającą ochronność 2,0 mm Pb

- ściana CD (teren zewnętrzny – pusta przestrzeń nad łącznikiem szpitalnym) - do ściany docierać będzie promieniowanie rozproszone.

Ściane pominięto w obliczeniach

Ściana CD wykonana jest z cegły ceramicznej pełnej 60cm i pokryta barytobetonem 4 cm - (eq. > 8,5 mm Pb dla 140kV).

- ⇒ Ściana CD nie wymaga dodatkowej ochrony.
⇒ Okna w ścianie CD nie wymagają ochrony

- ściana wewnętrzna DA (gabinet lekarski) - do ściany docierać będzie tylko promieniowanie rozproszone.

◎ Punkt obliczeniowy [P5]

- rozproszenie przez tkankę:

$$D = 8,4 \mu\text{Gy}$$

$$U = 1$$

$$T = 1$$

$$i_{to} = 600\,000 \text{ mAs} = 166,7 \text{ mAh}$$

$$i_t = i_{to} \times T \times U = 166,7 \times 1 \times 1 = 166,7 \text{ mAh}$$

$$L = 2,6 \text{ m}$$

$$C_1 = \frac{8,4 * (2,6)^2}{166,7} \approx 0,34 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

co dla napięć rzędu 140 kV odpowiada osłonie - 3.5 mm Pb.

Ściana DA wykonana jest z cegły ceramicznej pełnej 54 cm + barytobeton 4 cm - (eq. 8,5 mm Pb dla 140kV).

- ⇒ Zabezpieczenie ściany DA jest wystarczające.

- strop dolny (oddział rehabilitacji) - do stropu docierać będzie promieniowanie rozproszone

◎ Punkt obliczeniowy [Pd]

- rozproszenie przez tkankę:

$$D = 8,4 \mu\text{Gy}$$

$$U = 1$$

$$T = 1$$

$$i_{to} = 600\,000 \text{ mAs} = 166,7 \text{ mAh}$$

$$i_t = i_{to} \times T \times U = 166,7 \times 1 \times 1 = 166,7 \text{ mAh}$$

$$L = 2,2 \text{ m}$$

$$C_1 = \frac{8,4 * (2,2)^2}{166,7} \approx 0,24 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

co dla napięć rzędu 140 kV odpowiada osłonie - 3.8 mm Pb.

Strop dolny: strop ceramiczny Akermana + barytobeton 18 cm (eq. > 12mm Pb dla 140 kV)

Część stropu przylegającą do ściany BC1, która przed powiększeniem gabinetu TC leżała po stronie sterowni ma taką samą konstrukcję (z warstwą barytobetonu 18 cm) jak pozostała część stropu gabinetu TC

⇒ Strop dolny nie wymaga dodatkowej ochrony

► strop górny (blok operacyjny) - do stropu docierać będzie promieniowanie rozproszone

◎ Punkt obliczeniowy [Pg]

- rozproszenie przez tkankę:

$$D = 8,4 \mu\text{Gy}$$

$$i_{t0} = 600\,000 \text{ mAs} = 166,7 \text{ mAh}$$

$$i_t = i_{t0} \times T \times U = 166,7 \times 1 \times 1 = 166,7 \text{ mAh}$$

$$L = 2,2 \text{ m}$$

$$C_1 = \frac{8,4 * (2,2)^2}{166,7} \approx 0,24 \mu\text{Gy h}^{-1} \text{ m}^2 \text{ mA}^{-1}$$

co dla napięć rzędu 140 kV odpowiada osłonie - 3.8 mm Pb.

Strop górny strop ceramiczny Akermana + beton 17 cm + barytobeton 2,5 cm (eq. 3,9mm Pb dla 140 kV).

⇒ Strop górny nie wymaga zabezpieczenia.

3. ZESTAWIENIE WYNIKÓW OBLICZEŃ

Gabinet Tomografii Komputerowej

Lp	Miejsce osłanianie	D	T	U	it	L	osłoność własna przegrody - w tym dodatkowa	wyliczona - wymagana osłoność przegrody	zalecana osłoność dodatkowa przegrody istniejącej
						m	[mm Pb]	[mm Pb]	[mm Pb]
1.	ściana AB - WC, kabina natrysk., pok. przygot. pacjenta • ściana - cegła 12cm + baryt 4 cm [P2, P2, P3], • drzwi Ds1 [P3]	8,4 µGy 8,4 µGy	0,25 0,25	1 1	41,7 mAh 41,7 mAh	4,2 4,2	3,4 [140kV] 2,0 [140kV]	1,8 1,8	0 0
2.	ściana BC - sterownia • ściana BC1 - bloczki barytobetonowe 12cm [P4A] • ściana C1C - cegła 12cm • okno ochronne Ok [P4] • drzwi Dr1 [P4A]	50 µGy 50 µGy 50 µGy 50 µGy	1 1 1 1	1 1 1 1	166,7 mAh 166,7 mAh 166,7 mAh 166,7 mAh	4,4 3,46 3,46 4,4	8,4 [140kV] 0,8 [140kV] 2,0 [140kV] 2,0 [140kV]	1,4 1,8 1,8 1,4	0 1,0 0 0
3.	ściana CD - zewnętrzna • pominięto w obliczeniach	-	-	-	-	-	> 8,5 [140kV]	0	0
4.	ściana DA - gabinet lekarski • ściana z cegły 54cm + baryt 4cm [P5]	8,4 µGy	1	1	166,7 mAh	2,6	8,5 [140kV]	3,5	0

PROJEKT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ: Wojewódzki Szpital Zespolony w Kielcach,
25-736 Kielce, ul. Grunwaldzka 45 - Pracownia Tomografii Komputerowej

Lp	Miejsce osłanianie	D	T	U	it	L	C ₁	osłoność własna przegrody /w tym istniejąca osłona dodatkowa/	wyliczona - wymagana osłoność przegrody	zalecana osłona dodatkowa przegrody istniejącej
5.	<u>strop dolny - oddział rehabilitacji</u> • strop Akermana + barytobeton 18cm [Pd]	8,4 µGy	1	1	166,7 mAh	2,2	0,24	> 12 [140kV]	3,8	0
6.	<u>strop górny – blok operacyjny</u> • strop Akermana + beton 17cm+ barytobeton 2,5cm [Pg]	8,4 µGy	1	1	166,7 mAh	2,2	0,24	3,9 [140kV]	3,8	0

4 WNIOSKI I ZALECENIA

☒ Stan istniejący:

Wszystkie ściany oprócz ściany sterowni pokryte są barytobetonem o grubości minimum 4cm. Ściana sterowni na odcinku C1C pokryta jest spękanym barytobetonem, który pominięto w obliczeniach. Nowy odcinek ściany sterowni BC1 wykonany został z bloczków barytobetonowych 12cm.

Strop górny pokryty jest barytobetonem o grubości min. 2,5cm

Strop dolny pokryty jest warstwą barytobetonu 18cm.

Wszystkie drzwi wychodzące z gabinetu [Dr1, Ds1] są drzwiami specjalnymi do gabinetów rtg, o ochronności 2,0mm Pb.

Okno do sterowni ma ochronność 2 mm Pb.

☒ Wymagania dotyczące przegród budowlanych:

- istniejące ochrony ścian i stropów są wystarczające poza odcinkiem C1C ściany sterowni.
- ścianę sterowni na odcinku C1C należy zabezpieczyć dodatkowo blachą ołowianą 1,0 mm lub, po usunięciu starej warstwy, nową warstwą barytobetonu o grubości 15 mm.
- istniejące drzwi Ds1, Dr1 oraz okno wglądowe Ok mają wystarczającą ochronność.
- okna zewnętrzne nie wymagają ochrony.

☒ Instalacja sygnalizacyjna:

- na drzwiach wejściowych do gabinetu rtg Ds1 oraz na drzwiach Dr i Ds. należy nakleić znak ostrzegawczy przed promieniowaniem (czarny znak „koniczynki” na żółtym tle), z napisem „PRACOWNIA RENTGENOWSKA”.
- nad drzwiami wejściowymi Ds1 i Ds , zgodnie z oznaczeniami na rys Nr 1, należy zainstalować sygnalizację świetlną, włączaną równocześnie z zasilaniem generatora tomografu, z napisem „ UWAGA PROMIENIOWANIE” i znakiem ostrzegawczym jak na drzwiach (czarny znak koniczynki na żółtym tle).

☒ Wyposażenie pracowni rentgenowskiej na potrzeby ochrony radiologicznej:

Pracownię diagnostyczną należy wyposażyć w sprzęt ochrony przed promieniowaniem rentgenowskim dobrany do typu zainstalowanych aparatów rentgenowskich i rodzaju wykonywanych badań t.j.

- w środki ochrony indywidualnej chroniące pracowników przed promieniowaniem, w szczególności w fartuchy z gumy ołowiowej, okulary lub gogle wykonane ze szkła lub tworzywa z zawartością ołowiu (jeżeli procedury badań wymagają obecności lekarza przy stole diagnostycznym w trakcie wykonywania badania).
- w komplet osłon dla pacjentów , aby podczas badań chronić części ciała i narządy pacjenta niebędące przedmiotem badania, a mogące znaleźć się w wiązce pierwotnej promieniowania.

☒ Warunki bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi:

Warunki te zostały szczegółowo omówione w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r - w sprawie szczegółowych warunków pracy z urządzeniami radiologicznymi.

- ☒ Zakłady opieki zdrowotnej stosujące promieniowanie jonizujące w celach medycznych obowiązane są wprowadzić system zarządzania jakością świadczonych usług diagnostycznych i leczniczych. Dokumentacja systemu powinna zawierać: księgę jakości opracowaną zgodnie z normami PN-EN-ISO/EC, opisy procedur postępowania diagnostycznego, instrukcje obsługi urządzenia radiologicznego, zapisy dotyczące kwalifikacji i szkoleń personelu.
- osoby wykonujące badania rentgenowskie powinny podlegać systematycznej kontroli narażenia przez prowadzenie kontroli dawek indywidualnych, a lekarze wykonujący zabiegi pod kontrolą aparatury rtg także dawkomierze pierścionkowe.
 - Osobą odpowiedzialną za stan ochrony radiologicznej jest kierownik pracowni, który wykonuje obowiązki w tym zakresie przy pomocy inspektora ochrony radiologicznej.
 - W pracowni rentgenowskiej należy przechowywać w oryginale lub uwierzytelnionych odpisach następujące dokumenty:
 - zezwolenie na stosowanie aparatów rtg znajdujących się w pracowni i uruchomienie pracowni;
 - projekt pracowni lub gabinetu (rzutu pomieszczeń) wraz z projektem i opisem osłon stałych oraz wentylacji, zatwierdzonym przed uruchomieniem aparatu rentgenowskiego przez właściwego państwowego inspektora sanitarnego przy uzgadnianiu dokumentacji projektowej;
 - dokumentacja techniczna dotycząca budowy, działania i obsługi aparatów rentgenowskich, w tym także urządzeń sygnalizacyjnych;
 - protokoły pomiarów dozymetrycznych;
 - protokoły pokontrolne;
 - dokumenty programu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej oraz instrukcja ochrony radiologicznej;
 - zapisy dotyczące wewnętrznych testów kontroli parametrów technicznych aparatów rentgenowskich i obróbki błon rentgenowskich oraz dokumenty spełnienia testów akceptacyjnych urządzeń nowoinstalowanych;
 - ewidencja osób zatrudnionych w pracowni rentgenowskiej w podziale na odpowiednie kategorie narażenia; ewidencja dawek otrzymanych przez pracowników; ewidencja orzeczeń lekarskich stwierdzających brak przeciwwskazań do pracy pracowników na określonym stanowisku;
 - program szkolenia i dokumenty potwierdzające jego realizację;
 - zbiór przepisów prawnych dotyczących ochrony radiologicznej i zasad stosowania źródeł promieniowania jonizującego w medycynie;
 - zezwolenie na stosowanie aparatów rtg znajdujących się w pracowni;

5 UWAGI KOŃCOWE

- Projekt ten wymaga zaopiniowania przez Wojewódzką Stację Sanitarno - Epidemiologiczną. Bez takiej pozytywnej opinii projekt nie może być realizowany.
- Po zainstalowaniu aparatu i wykonaniu osłon należy zwrócić się do Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej o dokonanie pomiarów dozymetrycznych skuteczności osłon i o wydanie zezwolenia na uruchomienie i eksploatację pracowni rtg, załączając dokumentację wymaganą przepisami.

W przypadku zainstalowania innego aparatu rentgenowskiego niż przewidziany w projekcie wymagane będzie przeprowadzenie powtórnej analizy skuteczności osłon i przedłożenie stosownego aneksu do projektu, do zaopiniowania w WSSE.

III. RYSUNKI

WYKAZ RYSUNKÓW:

Rys. nr 1/1 - PLAN PRACOWNI; ROZMIESZCZENIE OSŁON RTG

INSPEKTOR OCHRONY RADIOLOGICZNEJ
mgr inż. Jerzy Andrzejak
Upr. Nr 237/2004



LightSpeed Pro³²

z technologia Xstream FX

Elementy składowe systemu

Gantry:

Gantry typu "slip ring" z wirującym wokół pacjenta generatorem, lampą, detektorem oraz systemem akwizycji danych.

- średnica otworu: 70 cm,
- pochylenie: +/- 30 stopni,
- prędkość pochylania: 1°/sec.,
- odległość ognisko detektor: 95 cm,
- odległość ognisko-izocentrum 54 cm,
- maksymalne pole skanowania (SFOV): 50 cm,
- prędkość wirowania: 360 stopni w 0,35", 0,37", 0,4, 0,42, 0,45, 0,47, 0,5, 0,6, 0,7 0,8, 0,9, 1,0 i 2,0 sekundy,
- zdalne (z konsoli operatora) sterowanie pochyleniem gantry,
- wbudowany wskaźnik sterowania oddechem i wyświetlaczem licznika czasu do końca skanu,
- wbudowany przycisk uruchomienia skanu z licznikiem czasu do włączenia promieni rtg.

Zbieżny w kierunku centrum otworu kształt gantry ułatwia dostęp i pozycjonowanie.

Biopsja i procedury interwencyjne zostały w znacznej mierze ułatwione dzięki bardziej smukłemu kształtowi gantry oraz dzięki zastosowaniu paneli sterowania oraz wyświetlaczy po obu stronach stołu, z przodu i z tyłu gantry ułatwiając poruszanie się osób pracujących w sąsiedztwie gantry..

Światła pozycjonowania:

- Określają zarówno wewnętrzną jak i zewnętrzną płaszczyznę skanowania z dokładnością ± 1 mm.
- Działają w pełnym zakresie pochyła gantry, załączane w dowolnym momencie trwania badania.
- Światło w płaszczyźnie wieńcowej pozostaje prostopadłe do światła w płaszczyźnie osiowej przy pochylaniu gantry.

Odczyt wskaźników jest możliwy zarówno z

* Opcja

pozycji stołu jak i z pozycji konsoli operatora.
Przyciski sterowania pochyleniem gantry znajdują się z boków obudowy gantry.

Stół:

- Pojedynczy stół o konstrukcji wspornikowej z szerokim zakresem regulacji wysokości blatu.



- Zakres regulacji wysokości blatu: 43 cm do 99,1 cm od podłogi.
- Wysokość blatu stołu w pozycji skanowania 78,5 – 99,1 cm od podłogi.
- Prędkość przesuwu blatu w pionie: 15 i 30 mm/s.
- Zakres przesuwu poziomego blatu: 203 cm.
- Poziomy zakres skanowania zależy od konfiguracji:
200 cm wolne od elementów metalowych dla akwizycji osiowej, oraz 190 cm wolne od elementów metalowych dla akwizycji spiralnej i topograficznej lub
170 cm wolne od elementów metalowych dla akwizycji osiowej, oraz 160 cm wolne od elementów metalowych dla akwizycji spiralnej i topograficznej.
- Prędkość przesuwu poziomego: do 175 mm/s.
- Obciążalność stołu:
- do 227 kg przy dokładności pozycjonowania +/- 0,25 mm,
- Przyciski sterujące na panelu gantry umożliwiają regulację poziomu blatu oraz przesuw poziomy. Przyciski nożne po oby stronach stołu umożliwiają szybką zmianę wysokości blatu. Sterowanie pozycjonowaniem blatu do zaprogramowanych pozycji

skanowania odbywa się z konsoli operatora.

- Zintegrowane wieszaki do wlewów dożylnych zapobiegają plątaniu się przewodów kroplówek oraz ich kolizji z innym sprzętem używanym w czasie procedury.

Lampa rtg.:

Performix Pro, lampa o konstrukcji ceramiczno-metalowej z uziemioną anodą. Konstrukcja została zoptymalizowana pod kątem badań wymagających dużej ilości skanów bez przerw na chłodzenie lampy.

- moc maksymalna: 100kW przy 140kV
- Ogniska:
- -małe (szerokość x długość): 0,7mm x 0,6mm (wg IEC 336/93), 0,9mm x 0,7mm (wg tradycyjnej metodologii)
- -duże (szerokość x długość): 0,9mm x 0,9mm (wg IEC 336/93) 1,2mm x 1,2mm (wg tradycyjnej metodologii).

Zależność maksymalnego prądu od napięcia.

kVp	małe ognisko max. mA	duże ognisko max. mA
80	300	675
100	310	770
120	335	800
140	335	715

- Pojemność cieplna lampy: 8 MHU,
- Szybkość chodzenia:
- anody (max) 2100 KHU/min,
- dla całej jednostki: 648 KHU/min przy pracy ciągłej.
- wiązka ograniczona do 56 stopni,

Średni czas wymiany lampy ≤ 10 godzin.

Generator wysokiego napięcia

- Zintegrowany generator wysokiej częstotliwości. Ciągła praca podczas skanowania.
- Moc wyjściowa - 100 kW.
- kVp: 80, 100, 120, 140 kVp.
- mA: 10 do 800 mA, regulowane co 5 mA

g

Dane produktu - wersja 1.4N
4 czerwiec 2007
Strona 1

GE Medical Systems Polska, Sp. z o.o.

Al. Wilanowska 372, 02-665 Warszawa
tel. (0-22) 330 83 00
fax. (022) 330 83 83

LightSpeed Pro³² z technologią Xstream FX



Wprowadzenie

Skaner tomografii komputerowej **LightSpeed Pro³²** zapewniający najwyższą jakość obrazowania CT w oparciu o technikę wielowarstwową oferuje znacznie większe możliwości w porównaniu ze skanerami 16 warstwowymi. Dzięki wykorzystaniu 40 milimetrowego detektora HiLight Matrix III uzyskano dwukrotny wzrost szybkości i pokrycia, co z kolei istotnie wzbogaca diagnostykę naczyniową, sercową i perfuzję.

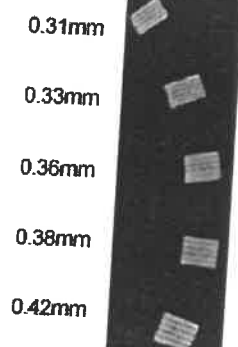
Zbudowany na znanej i uznanej platformie LightSpeed z wykorzystaniem metodologii Designed for Six Sigma (DFSS™), LightSpeed Pro³² przełamuje dotychczasowe bariery w zakresie pokrycia, szybkości, rozdzielczości, zarządzania dawką oraz skuteczności klinicznej. W połączeniu z technologią Xstream™ FX, LightSpeed Pro³² umożliwia szybsze niż kiedykolwiek skanowanie, przetwarzanie i wyświetlanie.

Podstawowe korzyści kliniczne

- Znaczne skrócenie czasu akwizycji:** Narządy nieruchome można obrazować w ciągu dwóch sekund, skanując całego ciała można wykonać w ciągu jednego wstrzymania oddechu, a skanowanie serca można wykonać w ciągu 9,5 sekundy. Oznacza to skrócenie czasu akwizycji do połowy czasu skanerów 16-warstwowych, co pozwala na skrócenie czasu wstrzymania oddechu i zmniejsza

artefakty pochodzące od ruchów pacjenta.

- Izotropia obrazowania objętościowego z rozdzielczością** również w kierunku osi Z sięgającą **0,35 mm**, co wykazują reformatowane obrazy fantomu Catphan:



- Rozszerzone obrazowanie serca:** Dzięki pokryciu 20 mm w trybie wysokiej rozdzielczości oraz rozdzielczości czasowej 44 msec* obrazowanie naczyń wieńcowych wykonywane jest w ciągu 9,5 sekundy, dając obrazy o wyjątkowej jakości w szerokim zakresie częstości akcji serca pacjenta.
- Rozszerzona perfuzja:** Dzięki 40 mm pokryciu wiele struktur i zmian chorobowych można obrazować w ciągu jednego obrotu gantry przy rozdzielczości 1,25 mm uzyskując pokrycie anatomiczne wymagane w perfuzji.
- Rozszerzone możliwości kliniczne w badaniach sercowo-naczyniowych, perfuzji, obrazowaniu płuc, badaniach pourazowych oraz pediatrycznych.**
- Detektor HiLight™ Matrix III** umożliwia rzeczywiste obrazowanie 32-warstwowe w dwóch trybach:
32 x 0,625mm z pokryciem 20mm lub
32 x 1,25 mm z pokryciem 40 mm
Opracowany przez GE scyntylicator HiLight™ umożliwiający detekcję przy czasie obrotu gantry 0,35*s przy 99% skuteczności (przy 120 kVp).
- Nowy 32-warstwowy system akwizycji** danych obsługujący rotację gantry w czasie 0,35*s przy grubości warstwy 0,625mm oraz Slip Ring z



Główne cechy rodziny systemów LightSpeed®.

LightSpeed Pro³² rozszerza dotychczasowe możliwości skanerów serii LightSpeed.

- Wyjątkowa jakość obrazowania serca i naczyń:** Lepsza ocena małych zmian i drobnych naczyń w obszarach trzustki, wątroby, koła Willis'a, unaczynienia nerek, tętnic wieńcowych i tętnic kończyn.
- Obrazowanie 0,35 microVoxel™** umożliwia uzyskanie jeszcze lepszej rozdzielczości przestrzennej w przypadku tworzenia obrazów reformatowanych 2D i 3D dzięki możliwości wyboru optymalnej submilimetrowej grubości warstw oraz wielkości voxel'a w modelach rekonstruowanych.
- Rutynowe stosowanie cienkich, submilimetrowych warstw bez kompromisu w zakresie poziomu szumów lub pokrycia.**
- Opti Dose™** to filozofia mająca na celu dostarczenie nowych możliwości ograniczenia dawki nawet o 50%:
- Niższa dawka w wyniku stosowania techniki SmartmA™** automatycznie modulującej warunki ekspozycyjne oraz funkcji DLP wyświetlającej przewidywaną dawkę jeszcze przed wykonaniem akwizycji.
- Modulacja dawki 3D.** Posiadanie wiedzy o badanej przestrzeni jeszcze przed wykonaniem skanu pozwala w łatwy sposób dostosowywać dawkę do poszczególnych pacjentów w zależności od ich masy. Podczas wykonywania skanu, w czasie rzeczywistym, modulacja dawki 3D pomaga w uzyskaniu stałej jakości obrazów dzięki

* Opcja



Dane produktu - wersja 1.4N
4 czerwiec 2007
Strona 2

GE Medical Systems Polska, Sp. z o.o.

Al. Wilanowska 372, 02-665 Warszawa
tel. (0-22) 330 83 00
fax. (022) 330 83 83

LightSpeed Pro³² z technologią Xstream FX

uwzględnianiu zmian wymiarów anatomicznych pacjenta. Ponadto, dzięki zawężeniu wiązki promieniowania generowanego przez lampę Performix Pro system LightSpeed Pro³² zmniejsza dawkę i dodatkowo zwiększa wyrazistość obrazów.

parametrów skanowania spiralnego takich jak: profil warstwy, skok spirali, poziom szumów i wartości ekspozycyjne.

- **Modulacja dawki sygnałem EKG:** W aplikacjach sercowych funkcja prospektywnej modulacji dawki sygnałem EKG reguluje wartość mA tak, aby zminimalizować ekspozycję pacjenta na promienie rtg. podczas fazy skurczowej serca. Umożliwia to uzyskanie wyraźniejszych obrazów i pozwala na zmniejszenie dawki głównie w fazie skurczowej akcji serca – pozostawiając jednak dość energii do uzyskania jakości obrazu wymaganej do analizy obrazów czynnościowych.
- Funkcja **Direct3D™** umożliwia rutynowe i szybkie tworzenie modeli 3D w trakcie rekonstrukcji osiowej, eliminując potrzebę interakcji operatora.
- **Zestaw standardowych klinicznie zweryfikowanych protokołów badań** zarówno dla dorosłych jak i dla dzieci. Protokoły te pochodzą z wiodących ośrodków diagnostycznych całego świata. W systemie można zachować do 8460 modyfikowalnych protokołów.
- **Zdalne pochylenie gantry** przyspiesza wykonywanie badania. Funkcja ta wykorzystuje oczywiście wszystkie wbudowane środki bezpieczeństwa chroniące pacjenta przed bezpośrednim kontaktem z gantry.
- **Wbudowane świetlne wskaźniki oddychania** pomagają pacjentowi we wstrzymywaniu oddechu w czasie badania.
- **Smart Start™** to funkcja umożliwiająca uruchomienie skanowania za pomocą przycisku na panelu gantry i wyświetlenie na specjalnym wskaźniku czasu pozostającego do włączenia promieniowania rtg.
- **SmartHelical™** to funkcja stosująca firmowy algorytm interpolacji nieliniowej służący optymalizacji parametrów skanowania spiralnego takich jak: profil warstwy, skok spirali, poziom szumów i wartości ekspozycyjne.
- **HiRes Chest™** to funkcja minimalizująca dawkę w badaniach klatki piersiowej w trybie jednowarstwowym wysokiej rozdzielczości.
- **SmartPrep™** to standardowa w systemie LightSpeed Pro³² funkcja pozwalająca śledzić w czasie rzeczywistym wysycenie środkiem cieniującym badanego narządu.
- ***SmartScorePro™ Complete** to funkcja umożliwiająca wykonywanie prospektywnego i retrospektywnego bramkowania sygnałem EKG oraz opcjonalne oprogramowanie dla stacji Advantage Workstation służące do oceny zwąpnień naczyń wieńcowych.
- **Akwizycja sercowa w trybie Segment, Burst i Burst Plus** umożliwia badanie pacjentów z akcją serca w zakresie od 30 do 130 uderzeń na minutę przy uzyskiwanej rozdzielczości czasowej do 44 ms*.
- ***CardiacSnapShot** to funkcja stosująca specjalne moduły sprzętowe oraz oprogramowanie umożliwiające wykonanie bramkowanej sygnałem EKG rekonstrukcji obrazu serca w trzech trybach SnapShot.
- **SnapShot Segment** to protokół jednosektorowy wykorzystujący dane pozyskane w trakcie jednego cyklu akcji serca i tworzący obrazy o rozdzielczości czasowej 175 ms*.
- **SnapShot Burst** to protokół wielosektorowy wykorzystujący dane pozyskane w trakcie dwóch cykli akcji serca i tworzący obrazy o rozdzielczości czasowej 88 ms*.
- **SnapShot Burst Plus** to protokół wielosektorowy wykorzystujący dane pozyskane w trakcie czterech cykli akcji serca i tworzący obrazy o rozdzielczości czasowej 44 ms*.

* Opcja

LightSpeed Pro³²

z technologia Xstream FX

Akwizycja spiralna

- Ciągła akwizycja 360° z przesuwem stołu bez czasowych odstępów międzyskanowych.
- Akwizycja spiralna może być wykonywana w szerokim zakresie prędkości obrotu gantry.

Rodzaje akwizycji spiralnej

Technologia slip ring umożliwiła akwizycję osiową bez czasowych odstępów międzyskanowych z równoczesnym przesuwem stołu.

Parametry akwizycji spiralnej:

Czas skanu przy pełnym (360°) obrocie gantry:

0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0s i dodatkowo 0,35, 0,37, 0,4, 0,42, 0,45, 0,47 i 0,5s do zastosowań sercowych*.

Skok spirali: od 0,16:1 do 0,24:1 dla czasu obrotu gantry 0,35s* i do 0,325:1 dla wolniejszych obrotów gantry.

Wartości ekspozycyjne:

— kVp: 80, 100, 120, 140 kVp

— mA: 10 do 800 mA co 5 mA

— moc: 0,8 do 100 kW

Maksymalny czas pojedynczej akwizycji: 60s.

Maksymalny czas skanowania serii: W ramach jednej serii można wykonać wiele skanów w celu uzyskania do 3000 obrazów akwizycji spiralnej. W spiralnej akwizycji wieloserijnej można wykonać do 3000 obrotów gantry.

Minimalne czasowe odstępy międzygrupowe (IGD): 5 sekund pomiędzy kolejnymi skanami spiralnymi.

Pole skanowania (SFOV):

- 25 cm, głowa dziecka
- 25 cm mała głowa
- 25 cm głowa
- 32 cm mały tułów
- 36 cm średni tułów

- 50 cm duży tułów

Protokoły akwizycji spiralnej

Wszystkie protokoły zakładają skanowanie przy napięciu 120 kVp w typowych warunkach klinicznych.

Pojedyncze skany spiralne:

czas skanu [s]	mA max.
5	745-800
10	675-790
20	600-670
30	555-595
40	525-540
50	465-500
60	305-470

Seryjne skany spiralne

czas skanu	IGD	ilość skanów	max. mA
5s.	5s.	2	685-800
		3	645-775
		4	620-750
		5	600-730
		6	580-705
10s.	5s.	2	605-690
		3	585-625
		4	540-575
		5	515-540
		6	490-515
20s.	5s.	2	525-550
		3	310-485
		4	295-450
30s.	5s.	2	305-480
		3	285-425
		4	270-395

Przykłady możliwości klinicznych

Klatka piersiowa/ brzuch/ miednica

pokrycie	600 mm
rotacja	0,4 s
tryb	32 x 0,625
skok	1,375:1
mA	525
mAs	210
prędkość	69 mm/s
czas	8,7 s

Angiografia CT kończyn

pokrycie	1700 mm
rotacja	0,4 s
tryb	32 x 0,625
skok	1,375:1
mA	600
mAs	240
prędkość	69 mm/s
czas	25 s

Klatka piersiowa w trybie wysokiej rozdzielczości

pokrycie	200 mm
rotacja	0,4 s
tryb	32 x 0,625
skok	1,375:1
mA	550
mAs	220
prędkość	69 mm/s
czas	2,9 s

Obrazowanie sercowe bramkowane sygnałem EKG*

pokrycie	120 mm
rotacja	0,35* s
tryb	32 x 0,625
skok	0,22:1
mA	571
mAs	200
prędkość	12,6 mm/s
czas	9,5 s

W wielu przypadkach skany spiralne wykonywane aparatem LightSpeed Pro³² są do 2 razy szybsze od takich samych wykonywanych aparatem 16 rzędowym. Użytkownik może rutynowo wykonywać badania z prędkością obrotu gantry 0,4s lub 0,35s* w zastosowaniach sercowych oraz ze skokiem spirali 0,5:1; 1:1 i 1,375:1. Te dodatkowe możliwości pozwalają na zmniejszenie ilości aplikowanych środków cieniujących, wykonywanie angiografii CT w cieńszych warstwach, stosowanie cieńszych warstw w większości badań oraz wykonywanie dłuższych badań spiralnych bez przerw na chłodzenie lampy, wszystko to przy zachowaniu tej samej jakości obrazowania.

* Opcja

g

Dane produktu - wersja 1.4N
4 czerwiec 2007
Strona 4

GE Medical Systems Polska, Sp. z o.o.

Al. Wilanowska 372, 02-665 Warszawa
tel. (0-22) 330 83 00
fax. (022) 330 83 83

LightSpeed Pro³² z technologią Xtream FX

Akwizycja osiowa

- Do 32 przyległych warstw skanowanych równocześnie przy pełnej (360°) rotacji. Odstęp czasowy pomiędzy kolejnymi skanami mogą być ustawiane przez operatora za pomocą parametrów ISD (czasowy odstęp międzyskanowy) oraz IGD (międzygrupowy odstęp czasowy).
- Skany można w prosty sposób łączyć w grupy umożliwiając wykonywanie wielokrotnej akwizycji w ciągu jednego wstrzymania oddechu.

Akwizycja wielowarstwowa oraz krótkie czasy odstępów międzyskanowych pozwalają wykonać większą ilość skanów w czasie pojedynczego wstrzymania oddechu, co w efekcie pozwala w istotny sposób zmniejszyć występowanie błędów wzajemnego nie przylegania obrazów kolejnych skanów. Również dzięki znacznemu przyspieszeniu skanowania uzyskano poprawę wykorzystania środka cieniującego.

Tryby wielowarstwowej akwizycji osiowej:

Aparat CT LightSpeed Pro³² wykonuje akwizycję od 2 do 32 przyległych warstw osiowych w trakcie jednego pełnego obrotu gantry.

Z każdym obrotem gantry skanera LightSpeed Pro³² następuje równoczesne zebranie danych z 32 rzędów detektora. Dane z akwizycji wielowarstwowej zostają wykorzystane do rekonstrukcji obrazów. Istnieje siedem trybów rekonstrukcji tworzących obrazy z akwizycji 2i, 4i, 8i, 16i i 32i. W trybach 2i, 4i, 8i i 16i dane mogą być sumowane przed rekonstrukcją w celu stworzenia obrazów warstw ze zmniejszonym poziomem artefaktów częściowej objętości. Jest to szczególnie przydatne do obrazowania tylnego dołu czaszki.

Parametry akwizycji osiowej

Czas skanu:

0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0 i 2,0 sekundy dla akwizycji 360°

* Opcja

Warunki ekspozycyjne:

- kVp: 80, 100, 120, 140 kVp
- mA: 10 do 800 mA, co 5 mA
- moc: 0,8 do 100 kW
- ogniska przy 140 kVp:
 - małe ognisko dla mocy do 46,9 kW
 - duże ognisko dla mocy powyżej 46,9 kW

Geometria płaszczyzny skanowania:

- Pochylenie gantry +/- 30° ze skokiem co 0,5°
- Dokładność pozycjonowania warstw 0,01 mm. Wyświetlacz na panelu gantry wskazuje pozycję blatu stołu co 0,5 mm.

Czasowe odstępy międzyskanowe (ISD):

- Minimalne odstępy ISD przy przesuwie blatu w zakresie 0-10 mm wynosi 1,0 s.
- Minimalne odstępy ISD przy przesuwie blatu w zakresie 10 - 20 mm wynosi 1,3 s.
- Minimalne odstępy ISD przy przesuwie blatu w zakresie 20 - 40 mm wynosi 1,7 s.
- Czasowe odstępy międzyskanowe mogą być wybierane przez użytkownika.

Czasowe odstępy międzygrupowe (IGD):

- Minimalny odstęp IGD jest taki sam jak minimalny odstęp ISD i również może być wybierany przez użytkownika.

Cykl skan-skan:

- Minimalny czas cykli skan-skan 1,5 s jest dostępny przy prędkości obrotu gantry 0,5 s. z minimalnym czasowym odstępem międzyskanowym ISD.

Pole skanowania (SFOV):

- 25 cm, głowa dziecka
- 25 cm mała głowa
- 25 cm głowa
- 32 cm mały tułów
- 36 cm średni tułów
- 50 cm duży tułów

Możliwe są akwizycje bez przesuwu stołu, z warstwami przylegającymi do siebie lub z przerwami pomiędzy kolejnymi warstwami. Nie jest natomiast w tym przypadku możliwa akwizycja osiowa z nakładaniem się warstw.

Protokoły akwizycji osiowej

Wszystkie protokoły zakładają skanowanie przy napięciu 120 kVp w typowych warunkach klinicznych.

skany standardowe

czas skanu	ISD	mA	ilość skanów	czas akwizycji [s]
1 sec	1 sec	800	4-16	7-31
1	1	750	7-29	13-57
1	1	700	12-45	23-89
1	1	650	21-65	41-129
1	1	600	35-91	69-181
1	1	550	58-126	115-251
1	1	500	85-166	169-331
1	1	450	106-198	211-395
1	1	400	132-243	263-485

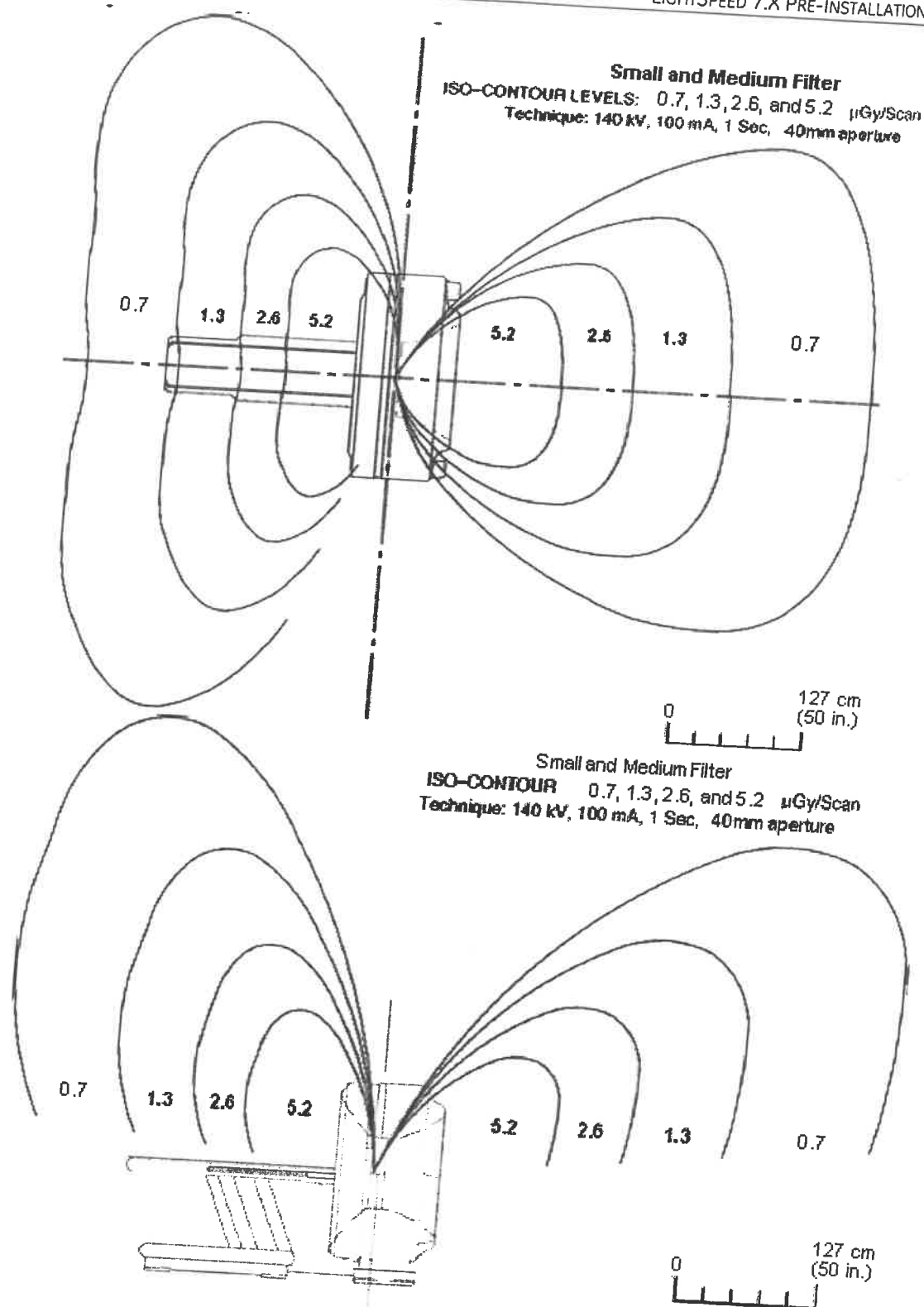


Figure 4-15 Typical Scatter Survey (Small and Medium Filter)