

*Seria QA - Zeszyt nr 10*

# **Program zarządzania jakością w cyfrowej pracowni radiografii**

*(część praktyczna – testy podstawowe)*

- **Testy podstawowe elementów systemów CR/DR**
- **Testy aparatury RTG przy pomocy obrazów rejestrowanych w systemach CR/DR**

*Materiały na potrzeby szkolenia dla techników elektroradiologii  
Białystok – Łódź, marzec – maj 2015*

*mgr Tomasz Denys  
mgr Grzegorz Szumiński  
mgr inż. Ryszard Kowski*

tel/fax: (42) 632 89 23  
tel kom: 515 044 202  
e-mail: [biuro@los.net.pl](mailto:biuro@los.net.pl)  
[www.los.net.pl](http://www.los.net.pl)

**Spis treści:**

	<b><u>str.</u></b>
I. Wstęp	5
II. Testy bazowe	7
II.1 Kolimacja i osiowość	8
II.2 Powtarzalność ekspozycji	9
II.3 Rozdzielczość wysokokontrastowa	10
II.4 Rozdzielczość niskokontrastowa	11
II.5 Ocena kratki przeciwrozproszeniowej	12
II.6 Ocena automatycznej kontroli ekspozycji	13
III. Testy podstawowe okresowe	14
III.1 Kolimacja i osiowość	14
III.2 Powtarzalność ekspozycji	15
III.3 Rozdzielczość wysokokontrastowa	16
III.4 Rozdzielczość niskokontrastowa	17
III.5 Ocena kratki przeciwrozproszeniowej	18
III.6 Ocena automatycznej kontroli ekspozycji	19
IV. . Kontrola czytników CR/DR	20
IV.1 Czynności wstępne	20
IV.2 Ocena jednorodności	20
IV.3 Ocena działania układu prowadzenia lasera	21
IV.4 Ocena skuteczności kasowania	21
IV.5 Procedura ustawiania parametrów ekspozycji do testów CR	22
V. Kontrola Monitorów diagnostycznych	23
V.1 Czynności wstępne	23
V.2 Test jakości wyświetlania obrazu	23
VI. Propozycja załącznika do Rozporządzenia Ministra Zdrowia w zakresie wykonywania testów podstawowych w Radiografii Cyfrowej	27

## **I. Wstęp.**

Niniejszy (dziesiąty już z kolei) Zeszyt zawiera praktyczne uwagi dotyczące prowadzenia testów związanych z Systemem Zapewnienia Jakości (SZJ) w pracowni wyposażonej w urządzenia do cyfrowej rejestracji obrazów radiologicznych. Dotyczy on, podobnie jak Zeszyty 1 i 2 podstawowych aparatów rentgenowskich do radiografii i fluoroskopii. Przeznaczony jest przede wszystkim dla techników elektroradiologii, ale może być również źródłem informacji zarówno dla lekarzy jak i uczniów szkół medycznych.

W polskich przepisach nie są jeszcze określone zasady i kryteria dotyczące radiologii cyfrowej, poza załącznikiem do Rozporządzenia Ministra Zdrowia z lutego 2011 roku, mówiącym o wymaganiach związanych z opisywaniem cyfrowych obrazów radiologicznych. Jednak gwałtowny rozwój technik cyfrowych zobligował nas do określenia wstępnych zaleceń związanych z tą dziedziną. Stworzyliśmy więc niniejszy zeszyt, zastrzegając jednocześnie, że zawiera on jedynie porady Sekcji Inżynierii Klinicznej PLTR, a nie jednoznaczne wytyczne, będące wykładnią obowiązujących przepisów.

Podczas tworzenia opisanych poniżej procedur opieraliśmy się na zaleceniach American Association of Physicists in Medicine, dokumentach funkcjonujących na terenie Unii Europejskiej oraz projektach załączników do kolejnego Rozporządzenia Ministra Zdrowia. Zalecenia, które opisaliśmy poniżej, zostały zredagowane tak, by jednocześnie nie stały w sprzeczności z wymogami obowiązujących aktualnie przepisów. Są to więc recepty na „okres przejściowy”, do czasu powstania nowych uregulowań prawnych i tak należy je traktować.

Do większości testów można używać tych samych fantomów, które stosowaliśmy w radiologii analogowej, a więc również wykonywanych samodzielnie. Jeśli wymagane są lub zalecane inne fantomy lub urządzenia – zostało to wyraźnie powiedziane w treści opisu postępowania. Do wykonania niektórych testów przydatny będzie miernik dawki (dozymetr), warto więc przy okazji zakupu systemu cyfrowego „przemycić” w specyfikacji i wymaganiach pełny zestaw kontrolno – pomiarowy.

Prócz modyfikacji - znanych z poprzednich naszych publikacji, znalazły się tu również opisy kontroli funkcjonowania płyt i czytników CR.

Wszystkie elementy programu zapewnienia jakości opisane w Zeszycie nr 1 pozostają bez zmian.

Również i tu obowiązuje zasada, że pierwszym działaniem, które wykonuje się, gdy wyniki testu są poza dopuszczalnym zakresem jest... powtórzenie testu!

## Podstawowe pojęcia

**Fantom (filtr) równoważny standardowemu pacjentowi** – jednorodny fantom (filtr), dla którego całkowity współczynnik osłabienia wiązki promieniowania rentgenowskiego przechodzącej przez niego, jest taki sam jak w przypadku standardowego pacjenta (standardowy pacjent - wzrost około 170 cm, waga około 70 kg).

**Gęstość optyczna błony rentgenowskiej** – logarytm dziesiętny stosunku natężenia światła padającego na błonę rentgenowską do natężenia światła po przejściu przez błonę.

**Główny region detektora obrazu** – w aparatach rentgenowskich z detektorem cyfrowym obszar odpowiadający położeniu aktywnej powierzchni sensora systemu automatycznej kontroli ekspozycji (AEC).

**PMMA** – polimetakrylan metylu.

**ROI** – w radiologii cyfrowej obszar zainteresowania zaznaczony na obrazie.

**SNR (stosunek sygnału do szumu)** – w testach podstawowych w radiologii cyfrowej jest wyznaczany zgodnie z zależnością:

$$SNR = \frac{x}{\sigma}$$

gdzie:

$x$  – średnia wartość pikseli wyznaczona w ROI,

$\sigma$  – odchylenie standardowe wartości pikseli wyznaczone w ROI.

**Wartość odniesienia** – w testach podstawowych wartość średnia parametru wyznaczona przez użytkownika z pomiarów przeprowadzanych przez pięć kolejnych dni pracy całkowicie sprawnego aparatu rentgenowskiego oraz wywoływarki lub drukarki (jeżeli jest stosowana), bezpośrednio po wykonaniu testów odbiorczych oraz każdorazowo po każdej istotnej naprawie. Dla testów tj.: rozdzielczość obrazu, progowy kontrast obrazu oraz powtarzalność zacinienia obrazu, wartości odniesienia mogą być określane na podstawie pojedynczego pomiaru. Dla oceny procesu wywoływania wartości odniesienia wyznaczane są po przeprowadzeniu optymalizacji obróbki fotochemicznej.

## II. Testy podstawowe bazowe

Każdy test opisany jest w następującym układzie:

**Nazwa testu** oraz **numer tabeli**, w której należy zapisywać wyniki

**Krótki opis celu i zakresu wykonywania**

**Metoda** - schemat postępowania podczas wykonywania testu

**Ocena** - sposób liczenia wyniku oraz zakres dopuszczalnych odchyleń

**Sprzęt** - opis fantomów i mierników do wykonania testu

**Uwagi** - uwagi o możliwych trudnościach lub ważnych momentach podczas wykonywania i interpretacji wyników

*Niektóre testy opisane są szerzej.*

*Testy poziomu wyjściowego to testy mające na celu ustalenia stanu aparatu, do którego odnoszone będą wyniki testów rutynowych. Testy poziomu wyjściowego należy wykonać zawsze podczas wykonywania testów odbiorczych (akceptacyjnych), po stwierdzeniu ich prawidłowych wartości. Porównywanie wartości otrzymywanych podczas testów podstawowych do wartości zapisanych w kartach testy wyjściowego pozwala, nawet, gdy wyniki mieszczą się w dopuszczalnych zakresach, określić tendencję, jaką mają ważne parametry pracy systemów diagnostycznych.*

*Wyniki testów poziomu wyjściowego zapisuje się w odpowiednich **Kartach Testów Poziomu Wyjściowego**. Karty te muszą być przechowywane w dokumentacji Systemu Zapewnienia Jakości (SZJ) prowadzonej przez Prowadzącego System.*

*Należy zwrócić uwagę na prawidłowe wypełnienie poszczególnych pól **Kart Testu** :*

**kod** - wskazane jest użycie Klucza do oznaczania typów radiologicznej aparatury diagnostycznej

**typ** - należy podać typ oraz producenta aparatu

**Karta nr:** - w działaniach związanych z jakością każdy dokument powinien mieć oznakowanie dokładnie go identyfikujące, w związku z tym każda z kart testu powinna mieć swój numer wynikający ze znajdującego się w dokumentach jakości spisu takich Kart

**Data wykonania** - data wykonania testu wyjściowego

**Nr pozycji w spisie** - zgodnie z zasadami prowadzenia SZJ każde urządzenie powinno być umieszczone w spisie inwentaryzacyjnym zakładu; należy tu podać odpowiedni numer pozycji w spisie, jaką zajmuje ten aparat

**Gabinet** - dla pełnej identyfikacji urządzenia należy podać numer (lub nazwę) gabinetu (pomieszczenia), w którym się ono znajduje

*Każde zdjęcie testowe powinno być szczegółowo opisane:*

- data i godzina wykonania testu
- parametry ekspozycji (kV, mA, ms)
- odległość ognisko – fantom lub ognisko – błona (FFD)
- wybrane ognisko, dodatkowa filtracja
- identyfikator technika wykonującego, aparatu i stanowiska, wywoływarki, kasety oraz wszystkie inne dane ważne z punktu widzenia wykonywania ponownych testów), a także mieć przydzielony numer, pod którym można znaleźć jego opis w znajdującym się w dokumentach jakości spisie.

## II.1. Kolimacja i osiowość

### Tabela nr 1

Wykonywany we wszystkich typach aparatów radiograficznych; służy do oceny zgodności symulacji świetlnej z wiązką promieniowania oraz geometrycznych parametrów wiązki względem kasety.

#### Metoda:

- umieścić kasetę z płytą pamięciową w szufladzie stołu (w przypadku systemów CR)
- umieścić fantom kolimacji i osiowości na blacie stołu; zgrać środek fantomu ze środkiem pola symulacji świetlnej
- ustawić odległość między ogniskiem lampy a płaszczyzną pola świetlnego (fantom) zgodnie z najczęściej używaną (na stole najczęściej 100 cm, przy statywie np. 150 cm); ustawić symulację świetlną zgodnie z przynajmniej 2 prostopadłymi do siebie krawędziami prostokąta zaznaczonego na fantomie
- ustawić fantom ekwiwalentny pacjentowi w wiązce promieniowania
- wykonać ekspozycję przy 70 kV- mA, ms dobrać tak aby po zeskanowaniu obrazu wskaźnik dawki był na optymalnym zalecanym przez producenta danego systemu poziomie
- w przypadku systemów CR wczytać płytę w skanerze (serwis powinien ustawić odpowiedni program umożliwiający uzyskanie obrazu pre-procesing)
- ocenić obraz fantomu na ekranie monitora.

#### Ocena

- dokładne wartości odchyłek rzeczywistej wiązki od symulacji świetlnej należy wpisać do odpowiednich rubryk w tabeli.

#### Sprzęt

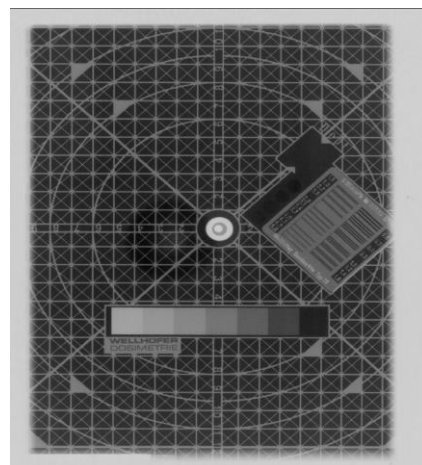
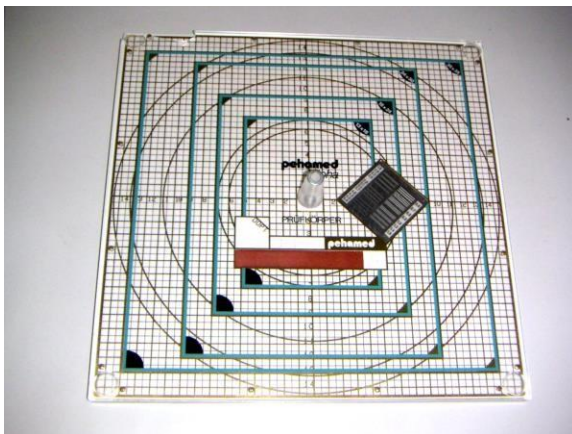
- fantom kolimacji i osiowości

#### Zakres tolerancji

- Test jest obowiązujący w obecnym prawie dlatego też podano tutaj granice tolerancji z obowiązującego Rozporządzenia- suma różnic w każdej z osi nie większa, niż 3% PFD i suma różnic w obu kierunkach razem nie większa, niż 4 % PFD; odchylenie promienia centralnego od kąta prostego nie większe, niż  $1,5^{\circ}$

#### Uwagi

- test powtórzyć na statywie pionowym i ścianie do prześwietleń. Test na kolimację można wykonać także przy pomocy fantomu uniwersalnego do radiologii cyfrowej np: Digrad. Opis wykonywania testu przy jego pomocy znajduje się w dalszej części skryptu.



## II.2 Powtarzalność ekspozycji

### Tabela nr 2

Ogólna nazwa testowania zespołu parametrów charakteryzujących skład energetyczny i ilościowy wiązki; test wykonywany jest jako kontrola stałości warunków pracy aparatu. Test należy wykonać za pomocą miernika dawki

#### Test przy ustawieniach ręcznych parametrów ekspozycji

- Ustawić komorę jonizacyjną/detektor na środku pola promieniowania
- Ustawić odległość między ogniskiem a stołem 100 cm lub najbliższej 100 cm (w przypadku aparatów, których konstrukcja nie pozwala na ustawienie dokładnie tej wartości)
- Uruchomić miernik dawki
- wykonać ekspozycję przy napięciu 70 kV, dobierając wartości natężenia i czasu z zakresu najczęściej używanego klinicznie. Odczytać wskazania miernika dawki  $D_{b70}$
- powtórzyć ekspozycję dla napięcia 100 kV dobierając właściwie wartości natężenia i czasu z zakresu najczęściej używanego klinicznie dla tego napięcia. Odczytać odpowiednie wartości dawki  $D_{b100}$
- Powyższe czynności powtórzyć przez 5 kolejnych dni

#### Ocena

- zapisać w karcie testy wyjściowe wartości zmierzonych dawek  $D_{b70}$ ,  $D_{b100}$  czynność powtórzyć min 5 razy. Następnie policzyć dla 70 kV, 100 kV wartość średnią dawki wyjściowej (bazowej)

$$D_{\text{śred}} = \frac{D_{b z 1 \text{ dnia}} + D_{b z 2 \text{ dnia}} + D_{b z 3 \text{ dnia}} + D_{b z 4 \text{ dnia}} + D_{b z 5 \text{ dnia}}}{5}$$

- wyliczyć wartość tolerancji odpowiednio dla 70 i 100 kV wg. wzoru:

$$D_{\text{min}} = 0,8 D_{\text{śred}}$$

$$D_{\text{max}} = 1,2 D_{\text{śred}}$$

#### Sprzęt

- miernik dawki

### II.3 Rozdzielczość wysokokontrastowa aparatu

### Tabela nr 1

Test wykonuje się w celu sprawdzenia rozdzielczości liniowej aparatu RTG i oceny przydatności diagnostycznej aparatu rentgenowskiego

#### Metoda

- kasetę umieścić na blacie stołu (w przypadku sprawdzania przy użyciu systemów CR)
- ułożyć fantom do rozdzielczości na kasecie, w taki sposób, żeby grupy linii czarno-białych tworzyły z kierunkiem równoległym do osi lampy kąt 45 stopni.
- ustawić fantom ekwiwalentny pacjentowi w wiązce promieniowania
- wykonać ekspozycję przy napięciu zgodnym z zaleceniami producenta fantomu pozostałe parametry –mA i ms dobrać tak aby po zeskanowaniu obrazu wskaźnik dawki był na optymalnym zalecanym przez producenta danego systemu poziomie
- w przypadku systemów CR wczytać płytę w skanerze -zapisać czułość skanowania (ewentualnie procedurę skanowania)

#### Ocena

- przy pomocy lupy sprawdzić na monitorze ilość linii czarno-białych. Ostatnia grupa linii, które jesteśmy w stanie uznać jako rozdzielne określa nam rozdzielczość aparatu . Odczytu dokonujemy na podstawie pomocniczej skali, której jednostką jest ilość par linii/mm
- wyniki pomiarów oraz parametry ekspozycji zapisać w odpowiednich polach tabeli karty testu wyjściowego
- zapisać numer seryjny monitora i rozdzielczość wyświetlacza w karcie testu wyjściowego

#### Sprzęt

- Fantom do rozdzielczości liniowej

**UWAGA :** Zgodnie z obecnie obowiązującym rozporządzeniem test na rozdzielczość liniową jest dopuszczony w rutynowej kontroli wewnętrznej w Zakładzie Radiologii, jako test służący do sprawdzania stałości rozmiarów wielkości ogniska. Jednostka zewnętrzna wykonując testy specjalistyczne określa rzeczywisty rozmiar ogniska. Wykonany w tym samym czasie test na rozdzielczość pozwala na powiązanie obydwu wielkości ze sobą. Na tej podstawie, wykonując kolejne powtórzenia testu rozdzielczości jesteśmy w stanie sprawdzić zużycie ogniska w lampie RTG.



## II.4 Rozdzielczość niskokontrastowa aparatu

**Tabela nr 1**

*Test wykonuje się w celu sprawdzenia zdolności do rozróżniania przez aparat obiektów o niewielkie różnice w kontraście i oceny przydatności diagnostycznej aparatu rentgenowskiego*

### Metoda

- kasetę umieścić na blacie stołu (w przypadku sprawdzania przy użyciu systemów CR)
- ułożyć fantom do rozdzielczości niskokontrastowej
- ustawić fantom ekwiwalentny pacjentowi w wiązce promieniowania
- wykonać ekspozycję przy napięciu zgodnym z zaleceniami producenta fantomu, pozostałe parametry –mA i ms dobrać w taki sposób, aby po zeskanowaniu obrazu wskaźnik dawki był na optymalnym zalecanym przez producenta danego systemu poziomie
- w przypadku systemów CR wczytać płytę w skanerze -zapisać czułość skanowania (ewentualnie procedurę skanowania)

### Ocena

- Sprawdzić na monitorze ilość widocznych obiektów niskokontrastowych .
- wyniki pomiarów oraz parametry ekspozycji zapisać w odpowiednich polach tabeli karty testu wyjściowego
- zapisać numer seryjny monitora i rozdzielczość wyświetlacza w karcie testu

### Sprzęt

- Fantom do rozdzielczości niskokontrastowej

## II.5. Ocena kratki przeciwrozproszeniowej

### Tabela nr 3

*Test wykonuje się w celu sprawdzenia prawidłowości działania i usytuowania kratki przeciwrozproszeniowej.*

#### Metoda

- kasetę o możliwie największych wymiarach 35x42 umieścić w szufladzie stołu
- w wypadku kratki ogniskowanej ustawić FFD w odległości ogniskowej, przy kratce równoległej ustawić FFD = co najmniej 150 cm
- w torze wiązki umieścić jednorodny filtr (np. 1 mm Cu) ekwiwalentny pacjentowi
- wykonać ekspozycję przy napięciu 50 kV i nieruchomej kratce przeciwrozproszeniowej. Pozostałe parametry mA i ms dobrać tak, aby po zeskanowaniu obrazu wskaźnik dawki był na optymalnym zalecanym przez producenta danego systemu poziomie
- kasetę z wykonanym zdjęciem zeskanować (w przypadku czytników CR) serwis powinien ustawić odpowiedni program umożliwiający uzyskanie obrazu pre-processing)
- ocenić obraz na monitorze
- wykonać drugą ekspozycję przy napięciu 70 kV, ruchomej kratce i najkrótszym klinicznie używanym czasie ekspozycji do zdjęć z kratką dla danego aparatu. mA dobrać tak, aby po zeskanowaniu obrazu wskaźnik dawki był na optymalnym zalecanym przez producenta danego systemu poziomie
- kasetę z wykonanym zdjęciem zeskanować (w przypadku czytników CR)
- ocenić obraz na monitorze

**W przypadku sprawdzania aparatów RTG przy użyciu systemu CR należy pamiętać, żeby skanowanie płyty odbywało się zawsze przy tej samej czułości systemu-!!!. Jeżeli w skanerze nie ustawiono odpowiedniego programu dającego taką możliwość należy zwrócić się do odpowiedniego serwisu z prośbą o konfigurację ewentualnie o instrukcję postępowania.**

#### Ocena

- w przypadku ekspozycji przy nieruchomej kratce należy sprawdzić, czy na zdjęciu nie widać artefaktów
- dla ekspozycji wykonanej przy kratce ruchomej sprawdzić, czy na zdjęciu nie pojawiają się obrazy listków kratki
- wyniki pomiarów oraz parametry ekspozycji zapisać w odpowiednich polach tabeli karty testu wyjściowego. Należy również zapisać parametry wszystkich dostępnych kratek i test wykonać dla każdej z nich

#### Sprzęt

- filtr ekwiwalentny pacjentowi

#### Uwagi

- test należy wykonać także dla statywu płucnego i ścianki do prześwietleń

## II.6. Ocena automatycznej kontroli ekspozycji

### Tabela nr 4

*Test sprawdza prawidłowość ustawienia parametrów pracy komór automatyki ekspozycji*

#### Metoda

1. ustawić środkową komorę w przypadku aparatów z systemem CR lub główny region detektora w położeniu środkowym dla systemów DR
  - ustawić filtr ekwiwalentny pacjentowi w torze wiązki
  - wybrać 2 napięcia z zakresu stosowanego klinicznie z użyciem modułu AEC (zalecane jest wykonanie testu przy najniższym i najwyższym napięciu z tego zakresu)
  - ustawić pierwszą wybraną wartość napięcia i wykonać ekspozycje przy ustawionej środkowej komorze lub w środkowym położeniu regionu detektora (systemy DR)
  - dołożyć 2 grubość fantomu w tor wiązki
  - wykonać ekspozycję przy ustawionej środkowej komorze lub w środkowym położeniu regionu detektora (systemy DR)
  - ustawić drugą wartość wysokiego napięcia (kV) i powtórzyć czynności
  - każdą kasetę z wykonanym zdjęciem skanować (w przypadku czytników CR) przy tej samej ustalonej wartości czułości.
2. ustawić napięcie najczęściej stosowane klinicznie z użyciem modułu AEC
  - ustawić filtr ekwiwalentny pacjentowi w torze wiązki
  - wykonać ekspozycję przy kolejno wybieranych komorach aparatu (dla systemów CR) lub przy poszczególnych położeniach głównego regionu detektora systemu AEC

#### Ocena

- zmierzyć **średnią wartość piksela (SWP) oraz odchylenie standardowe (OS) w ROI** ustawionym na środku kasety - wartości wpisać w odpowiednie pola tabeli. Obliczyć **SNR**
- zakres **stosunku sygnału do szumu SNR** dla poszczególnych komór dla najczęściej stosowanej wartości napięcia kV i ustalonej grubości fantomu nie powinna być większa niż 15% wartości minimalnej
- zakres **SNR** pomiędzy odpowiadającymi sobie komorami dla danych kV i przy przejściu z I grubości fantomu na II grubości nie powinna być większa niż 15% wartości minimalnej
- zakres **SNR** pomiędzy odpowiadającymi sobie komorami dla danej grubości fantomu przy przejściu z jednej wartości napięcia kV na drugą nie powinien być większa niż 15% wartości minimalnej
- na żadnym z obrazów nie powinno być widać jakichkolwiek artefaktów

#### Sprzęt

- fantom jednorodny w dwóch częściach o jednakowej grubości (np. 2 x 1.0 mm Cu; 2 x 10 mm Al.; 2 x 7 cm wody lub (2 x 10 cm PMMA etc.)

#### Uwagi

- należy zwrócić uwagę, aby grubości obu warstw były jednakowe

### **III. Testy podstawowe okresowe**

*Testy okresowe, wykonywane w ustalonych odstępach czasu przez użytkownika, mają na celu stwierdzenie stabilności stanu aparatury, pomieszczeń i materiałów w odniesieniu do stanu, jaki został stwierdzony podczas wykonywania testów wyjściowych.*

#### **III.1. Kolimacja i osiowość**

#### **Tabela nr 5**

*Wykonywany we wszystkich typach aparatów radiograficznych; służy do oceny zgodności symulacji świetlnej z wiązką promieniowania oraz geometrycznych parametrów wiązki względem kasety.*

##### **Metoda:**

- umieścić płytę luminoforową w szufladzie stołu ( w przypadku systemów CR )
- umieścić fantom kolimacji i osiowości na blacie stołu; zgrać środek fantomu ze środkiem pola symulacji świetlnej
- ustawić odległość między ogniskiem lampy a płaszczyzną pola świetlnego (fantom) zgodnie z najczęściej używaną (na stole najczęściej 100 cm, przy statywie np. 150 cm); ustawić symulację świetlną na wybrany prostokąt.
- umieścić w wiązce promieniowania filtr ekwiwalentny pacjentowi
- wykonać ekspozycję przy 70 kV oraz natężeniu mA i czasie ms zgodnych z testem wyjściowym
- Zeskanować kasetę w czytniku CR używając tego samego programu co w teście wyjściowym
- odczytać obraz na ekranie monitora

##### **Ocena**

- dokładne wartości odchylenia rzeczywistej wiązki od symulacji świetlnej należy wpisać do odpowiednich rubryk w tabeli.

##### **Sprzęt**

- fantom kolimacji i osiowości

##### **Zakres tolerancji**

- suma różnic w każdej z osi nie większa, niż 3% PFD i suma różnic w obu kierunkach razem nie większa, niż 4 % PFD; odchylenie promienia centralnego od kąta prostego nie większe, niż  $1,5^0$ .

##### **Uwagi**

- test powtórzyć na statywie pionowym i ściance do prześwietleń

### III.2. Powtarzalność ekspozycji

### Tabela nr 6

*Ogólna nazwa testowania zespołu parametrów charakteryzujących skład energetyczny i ilościowy wiązki; test wykonywany jako kontrola stałości warunków pracy aparatu; wyniki testu porównuje się do wyników testów wyjściowych.*

#### Test przy ustawieniach ręcznych parametrów ekspozycji

- Ustawić miernik dawki na środku pola promieniowania
- Ustawić odległość między ogniskiem a stołem zgodnie z zapisami w teście wyjściowym
- Uruchomić miernik dawki
- Ustawić fantom ekwiwalentny pacjentowi w wiązce promieniowania. Do tego celu należy wybrać ten sam fantom, który użyto do wykonania testów wyjściowych
- wykonać ekspozycję przy napięciu 70 kV, używając mA oraz ms ustawionych w czasie wykonywania **testu wyjściowego**. Odczytać wskazania miernika dawki  $D_{w70}$
- wykonać ekspozycję dla napięcia 100 kV używając dodatkowej filtracji oraz ustawić mA i ms zapisanych w czasie **testu wyjściowego**. Odczytać odpowiednie wartość dawki  $D_{w100}$

#### Ocena

- zapisać w karcie testu podstawowego wartości zmierzonych dawek;
- ocenić czy zmienione wartości mieszczą się w granicach tolerancji pomiędzy  $D_{min}$  i  $D_{max}$

#### Sprzęt

- miernik dawki

### III.3 Rozdzielczość wysokonastrowa aparatu

### Tabela nr 5

*Test wykonuje się w celu sprawdzenia rozdzielczości liniowej aparatu RTG i oceny przydatności diagnostycznej aparatu rentgenowskiego. Wynik testu porównuje się do wartości z testu wyjściowego*

#### Metoda

- kasetę umieścić na blacie stołu (w przypadku sprawdzania przy użyciu systemów CR)
- ułożyć fantom do rozdzielczości na kasecie, w taki sposób, żeby grupy linii czarno-białych tworzyły z kierunkiem równoległym do osi lampy kąt 45 stopni.
- Umieścić w wiązce promieniowania filtr ekwiwalentny pacjentowi
- wykonać ekspozycję przy parametrach ekspozycji kV, mA, ms wybranych w czasie testu wyjściowego
- zeskanować płytę obrazową w czytniku w przypadku systemów CR używając tego samego programu skanowania co w teście wyjściowym

#### Ocena

- przy pomocy lupy sprawdzić na monitorze ilość linii czarno-białych. Ostatnia grupa linii, które jesteśmy w stanie uznać jako rozdzielne określa nam rozdzielczość aparatu. Odczytu dokonujemy na podstawie pomocniczej skali, której jednostką jest ilość par linii/mm
- wyniki pomiarów oraz parametry ekspozycji zapisać w odpowiednich polach tabeli karty testu podstawowego.
- zmierzoną rozdzielczość porównać z wartością rozdzielczości zapisaną w polach tabeli karty testu podstawowego. Wartość rozdzielczości powinna być za każdym razem taka sama
- ocena musi być dokonana na tym samym monitorze i przy ustalonej tej samej rozdzielczości wyświetlacza jak w karcie testu wyjściowego

#### Sprzęt

- Fantom do rozdzielczości liniowej

### III.4 Rozdzielczość niskokontrastowa aparatu

### Tabela nr 5

*Test wykonuje się w celu sprawdzenia zdolności do rozróżniania przez aparat obiektów o niewielkie różnice w kontraście i oceny przydatności diagnostycznej aparatu rentgenowskiego. Wynik testu porównuje się do wartości z testu wyjściowego*

#### Metoda

- kasetę umieścić na blacie stołu (w przypadku sprawdzania przy użyciu systemów CR)
- ułożyć fantom do rozdzielczości niskokontrastowej
- ustawić fantom ekwiwalentny pacjentowi w wiązce promieniowania
- wykonać ekspozycję przy napięciu oraz pozostałych parametrach –mA i ms ustalonych w teście wyjściowym
- zeskanować płytę obrazową w czytniku w przypadku systemów CR

#### Ocena

- Sprawdzić na monitorze ilość widocznych obiektów niskokontrastowych .
- wyniki pomiarów oraz parametry ekspozycji zapisać w odpowiednich polach tabeli karty testu podstawowego
- ilość widocznych pól porównać z wartością pól zapisaną w tabeli w karcie testu wyjściowego. Ilość widocznych pól nie może być mniejsza
- ocena musi być dokonana na tym samym monitorze i przy ustalonej tej samej rozdzielczości wyświetlacza jak w teście wyjściowym

#### Sprzęt

- Fantom do rozdzielczości niskokontrastowej]

### III.5. Ocena kratki przeciwrozproszeniowej

#### Tabela nr 7

*Test wykonuje się w celu sprawdzenia prawidłowości działania i usytuowania kratki przeciwrozproszeniowej.*

#### Metoda

- kasetę o możliwie największych wymiarach 35x42 umieścić w szufladzie stołu
- wypadku kratki ogniskowanej ustawić FFD w odległości ogniskowej, przy kratce równoległej ustawić FFD = co najmniej 150 cm
- w torze wiązki umieścić jednorodny filtr (np. 1 mm Cu) ekwiwalentny pacjentowi
- wykonać ekspozycję przy napięciu 50 kV i nieruchomej kratce przeciwrozproszeniowej oraz parametrach mA i ms ustalonych w teście wyjściowym
- kasetę z wykonanym zdjęciem zeskanować (w przypadku czytników CR) przy tej samej ustalonej wartości czułości /tym samym programie zapisanym w karcie testu wyjściowego.
- wykonać drugą ekspozycję przy napięciu 70 kV, ruchomej kratce oraz pozostałych parametrach zgodnych z wartościami ustalonymi w teście wyjściowym.
- kasetę z wykonanym zdjęciem zeskanować (w przypadku czytników CR) przy tej samej ustalonej wartości czułości jak w karcie testu wyjściowego.

#### Ocena

- w przypadku ekspozycji przy nieruchomej kratce należy sprawdzić, czy na zdjęciu nie widać artefaktów
- dla ekspozycji wykonanej przy kratce ruchomej sprawdzić, czy na zdjęciu nie pojawiają się obrazy listków kratki
- wyniki pomiarów oraz parametry ekspozycji zapisać w odpowiednich polach tabeli karty testu podstawowego. Należy również zapisać parametry wszystkich dostępnych kratek i test wykonać dla każdej z nich

#### Sprzęt

- filtr ekwiwalentny pacjentowi



### III.6. Ocena automatycznej kontroli ekspozycji

**Tabela nr 4**

*Test sprawdza prawidłowość ustawienia parametrów pracy komór automatyki ekspozycji*

#### Metoda

##### Metoda

1. ustawić środkową komorę w przypadku aparatów z systemem CR lub główny region detektora w położeniu środkowym dla systemów DR
  - ustawić filtr ekwiwalentny pacjentowi w torze wiązki
  - wybrać 2 napięcia z zakresu stosowanego klinicznie z użyciem modułu AEC (zalecane jest wykonanie testu przy najniższym i najwyższym napięciu z tego zakresu)
  - ustawić pierwszą wybraną wartość napięcia i wykonać ekspozycje przy ustawionej środkowej komorze lub w środkowym położeniu regionu detektora (systemy DR)
  - dołożyć 2 grubości fantomu w tor wiązki
  - wykonać ekspozycję przy ustawionej środkowej komorze lub w środkowym położeniu regionu detektora (systemy DR)
  - ustawić drugą wartość wysokiego napięcia i powtórzyć (kV) czynności
  - każdą kasetę z wykonanym zdjęciem skanować (w przypadku czytników CR) przy tej samej ustalonej wartości czułości.
2. ustawić napięcie najczęściej stosowane klinicznie z użyciem modułu AEC
  - ustawić filtr ekwiwalentny pacjentowi w torze wiązki
  - wykonać ekspozycję przy kolejno wybieranych komorach aparatu (dla systemów CR) lub przy poszczególnych położeniach głównego regionu detektora systemu AEC

#### Ocena

- zmierzyć średnią wartość piksela (SWP) oraz odchylenie Standardowe (OS) w ROI ok. 4 cm<sup>2</sup> na środku obrazu każdego obrazu - wartości wpisać w odpowiednie pola tabeli. Policzyc wartość SNR
- zakres SNR dla poszczególnych komór dla najczęściej stosowanej wartości napięcia kV i ustalonej grubości fantomu nie powinna być większa niż 15% wartości minimalnej
- zakres SNR pomiędzy odpowiadającymi sobie komorami dla danych kV i przy przejściu z I grubości fantomu na II grubości nie powinna być większa niż 15% wartości minimalnej
- zakres SNR pomiędzy odpowiadającymi sobie komorami dla danej grubości fantomu przy przejściu z jednej wartości napięcia kV na drugą nie powinien być większa niż 15% wartości minimalnej
- na żadnym z obrazów nie powinno być widać jakichkolwiek artefaktów

#### Sprzęt

- fantom jednorodny w dwóch częściach o jednakowej grubości (np. 2 x 1.0 mm Cu; 2 x 10 mm Al.; 2 x 7 cm wody lub (2 x 10 cm PMMA etc.)

#### Uwagi

- należy zwrócić uwagę, aby grubości obu warstw były jednakowe

## IV. Kontrola Czytników CR

Jednym z elementów radiografii cyfrowej pośredniej jest skaner płyt obrazowych czasem nazywany także czytnikiem. Jak każde urządzenie mechaniczne i elektroniczne także i on może działać wadliwie. Ponadto niektóre elementy, jak np: lampy w stacji wymazującej płyty są częściami zużywalnymi. Dlatego też należałoby przeprowadzać okresową kontrolę działania czytników CR. Przy testowaniu możemy poradzić sobie bez dodatkowych fantomów, aczkolwiek dobrze by było, żeby Pracownia posiadała miernik dawki promieniowania. Jest to spowodowane tym, że przy kontroli czytnika CR oraz płyt obrazowych muszą być spełnione odpowiednie warunki związane z wielkością dawki promieniowania koniecznej do przeprowadzenia testu. Jeżeli takiego miernika w Pracowni nie ma, należy poprosić jednostkę wykonującą testy specjalistyczne o pomoc w dobraniu odpowiednich parametrów ekspozycji niezbędnych do wykonania testów podstawowych.

### IV.1 Czynności wstępne

Kontrola systemu CR wymaga źródła promieniowania rentgenowskiego oraz urządzenia wyświetlającego (do wykonywania kopii miękkich lub twardych, czyli oglądania na ekranie lub uzyskiwania obrazu w postaci wydruku), które zostały wcześniej skontrolowane pod kątem prawidłowości działania (jeśli Pracownia nie posiada miernika i opiera się na wartościach ustawionych przez jednostkę wykonującą testy specjalistyczne należy zwrócić szczególną uwagę na to, czy spełnione są warunki związane z powtarzalnością ekspozycji i dawki).

Przed rozpoczęciem procedury testowej płyty powinny być oczyszczone i wymazane. Czas wyczekiwania pomiędzy ekspozycją a odczytem powinien być stały i mieścić się w przedziale 1 – 15 minut.

Na początku sprawdzić wszystkie elementy systemu oraz ich numery seryjne pod kątem testu akceptacyjnego lub wcześniejszego testu kontrolnego. Upewnić się, że są wolne od defektów fizycznych i funkcjonalnych.

### IV.1 Jednorodność (Test płyty obrazowej)

#### Tabela nr 8

#### Metoda:

- Obejrzeć płyty pod kątem defektów fizycznych.
- Sprawdzić, czy etykiety kaset są zgodne z typem ekranu znajdującego się wewnątrz.
- Naeksponować płytę używając parametrów stosowanych klinicznie (wskaźnik dawki po zeskanowaniu płyty obrazowej) powinien być na optymalnym zalecanym przez producenta systemu poziomie.
- Przy ekspozycji nie używać bucky; umieścić kasetę na bucky lub wypoziomowanej płaszczyźnie nad podłogą.

#### Ocena:

- Obraz powinien być jednorodny bez artefaktów.
- Zmierzyć **średnią wartość pixela (SWP)** w obrazie i jej **standardowe odchylenie (OS)** dla każdej płyty obrazowej w środku obrazu (**ROI ok. 4 cm<sup>2</sup>**)
- Obliczyć wartość sygnału w stosunku do szumu dla każdej płyty obrazowej zgodnie ze wzorem

$$SNR = \frac{SWP}{OS}$$

- Odchylenie wartości SNR pomiędzy wszystkimi płytami nie powinno przekraczać 30%.

## Testy skanera płyt obrazowych nie przewidywane obecnie w projekcie do Rozporządzenia Ministra Zdrowia

### IV. 4 Działanie układu prowadzenia promienia laserowego

*tabela nr 9*

#### Metoda:

- Umieścić stalowy przymiar liniowy prostopadle do kierunku skanowania promieniem lasera na płycie obrazowej o standardowej rozdzielczości.
- Naeksponować płytę obrazową dawką co najmniej 0,5 mGy na wejściu, używając wiązki rentgenowskiej nie filtrowanej, przy napięciu ustawionym na 60 kVp (SID = 180 cm).

#### Ocena:

- Wczytać płytę używając ustawień TEST, SENSITIVITY, Semi EDR dla systemów Fuji i PATTERN dla systemów Kodak.
- Sprawdzić krawędzie przymiaru na obrazie pod kątem drgań promienia laserowego (osłabienia lub wzmocnienia skanowanych linii w przejściach z jasnego do ciemnego).
- Krawędzie przymiaru powinny być proste i ciągłe.

#### Sprzęt

Stalowy przymiar prostoliniowy

### IV.5 Dokładność wymazywania

*tabela nr 9*

#### Metoda:

- Po odczytaniu płyty obrazowej użytej do poprzedniego testu bezzwłocznie wykonać ekspozycję dawką 0,1 mGy na wejściu, bez użycia obiektu testowego, przy tym samym napięciu wiązką skolimowaną do pola większego od płyty o około 5 cm z każdej strony

#### Ocena:

- Wczytać płytę używając ustawień TEST, SENSITIVITY, Semi EDR dla systemów Fuji, PATTERN dla systemów Kodak.
- Używając wąskich ustawień okna, zweryfikować obecność (na uzyskanym obrazie) „duchów”, pochodzących z pierwszej ekspozycji.

#### **IV.5 Procedura ustawiania parametrów ekspozycji do testów czytnika CR**

1. Użyć pionowej wiązki rentgenowskiej z odległością ogniskową ok 200 cm od podłogi (może być także użyta wiązka przechodząca przez stół, jednak pod warunkiem, że płyta obrazowa może być umieszczona w powtarzalnej pozycji i oddalona co najmniej metr od ścian pomieszczenia).
2. Położyć na podłodze arkusz ołowiu lub fartuch z gumy ołowiowej.
3. Można dodatkowo wykonać stanowisko na arkuszu ołowiu dla płyty obrazowej za pomocą dwóch podstawek tak, by płyta mogła być umieszczona w odległości większej niż 25 cm od podłogi (płytę ułożyć prostopadle do osi lampy).
4. Ustawić odległość ognisko – płyta obrazowa na 180 cm
5. Umieścić kalibrowaną komorę jonizacyjną w centrum wiązki.
6. Skolimować wiązkę promieniowania tak, by pokrywała komorę z marginesem nie większym niż 2,5 cm.
7. Wykonać ekspozycję bez płyty obrazowej. Zmieniać wartości mAs dla osiągnięcia żądanej wartości ekspozycji.
8. Aby wykonać ekspozycję, usunąć komorę z wiązki, umieścić płytę na podstawkach, otworzyć kolimator do pełnego pokrycia płyty jednak pole świetlne nie powinno wychodzić na zewnątrz płyty więcej niż po 1,3 cm z każdej strony.

## V. Test Monitorów

### V.I Czynności wstępne – wykonywane codziennie przed przystąpieniem do opisywania

#### 1. Sprawdzić lokalizację wyświetlacza

a. Urządzenia wyświetlające powinny być zawsze ustawione tak, by zminimalizowane były odbicia lustrzane źródeł światła takich jak negatoskopy, lampy chirurgiczne czy lampy sufitowe (nie powinny być widoczne ich odbicia na płycie czołowej urządzenia wyświetlającego).

c. powierzchnia monitora powinna być wolna od zabrudzeń i nie porysowana.

b. wyświetlacze powinny być ustawione ergonomicznie by uniknąć naprężenia pleców i karku. Powinny być umieszczone na poziomie odczytu ze środkiem wyświetlacza nieco poniżej poziomu oczu.

#### 2. Przeprowadzić procedurę uruchamiania

Przed przystąpieniem do testowania, urządzenie wyświetlające powinno być rozgrzewane przez min. około 10-15 minut, tak by elektronika mogła się ustabilizować. Przed rozpoczęciem testów należy sprawdzić czystość płyty czołowej. Jeśli nie jest ona czysta, należy ją wyczyścić w sposób zgodny z zaleceniami producenta.

### V. 2 Test jakości wyświetlanego obrazu.

*Test wykonywany w celu określenia jakości wyświetlanego na monitorze obrazu. Test wykonywany przed przystąpieniem do opisywania w każdym dniu wykorzystywania monitora*

#### A. Metodyka

Zapis wyników w **Tabeli nr MO1**

1. Wyświetlić na ekranie monitora standardowy wzorec testowy. Rozdzielczość obrazu testowego powinna być dobrana do wielkości matrycy monitora

2. Wzorec powinien być powiększony tak, aby wypełniał cały ekran monitora. Przy prostokątnych powierzchniach wyświetlania powinien całkowicie pokrywać przynajmniej jeden z kierunków powierzchni wyświetlania i być umieszczonym w centrum powierzchni używanej do wyświetlania obrazów

3. Następnie należy dokonać wizualnej oceny liniowości wzoru wzdłuż powierzchni wyświetlania i na jej krawędziach.

#### B. Ocena

1. Na wyświetlonym standardowym obrazie testowym nie są widoczne żadne artefakty, uszkodzone piksele, migotania ani przebarwienia.

2. Na wyświetlonym standardowym obrazie testowym we wszystkich wzorach do oceny rozdzielczości są wyraźnie rozróżnialne białe i czarne linie.- **dotatkowe informacji w punkcie dotyczącym rozdzielczości (podpunkt c)**

3. Wyświetlony standardowy obraz testowy jest widoczny w całości.

4. Na wyświetlonym standardowym obrazie testowym siatka pionowych i poziomych linii jest wyraźnie widoczna --**dotatkowe informacji w punkcie dotyczącym zniekształceń geometrycznych (podpunkt a)**

5. Na wyświetlonym standardowym obrazie testowym linie są proste, równej długości i rozmieszczone w równych odstępach. **-dodatkowe informacji w punkcie dotyczącym zniekształceń geometrycznych (podpunkt a)**

6. Na wyświetlonym standardowym obrazie testowym wszystkie pola skali szarości są rozróżnialne. **-dodatkowy opis w punkcie dotyczącym oceny rozdzielczości niskokontrastowej (podpunkt b)**

### C. Obraz testowy:

7. Dla stanowisk wyposażonych w dwa lub więcej monitory przeznaczone do jednoczesnego wyświetlania obrazów: wygląd, wielkość, jasność i zabarwienie standardowego obrazu testowego wyświetlanego na każdym z monitorów są identyczne.

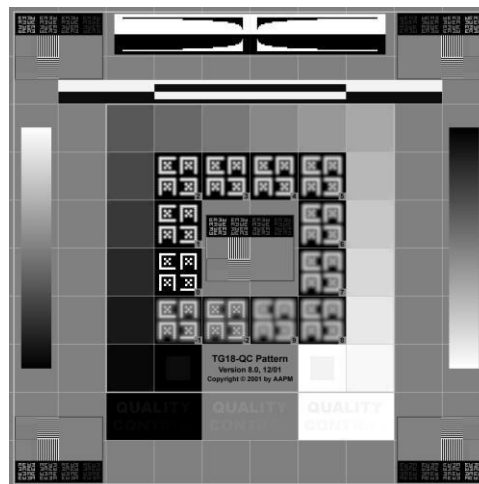
Do oceny jakości wyświetlanego obrazu używamy wzorca testowego np: TG18-QC.

### D. Dodatkowy sprzęt

#### a. Zniekształcenia geometryczne

*Test wykonywany w celu określenia zniekształceń obrazu na monitorze. Test wykonywany codziennie*

Zapis wyników w **Tabeli nr MO1**



#### Ocena:

Polega na wizualnej ocenie liniowości wzoru wzdłuż powierzchni wyświetlania i na jej krawędziach. Na wzorze testowym nie powinny pojawić się widoczne objawy zniekształceń geometrycznych. Linie kratki powinny przed stawiać kwadraty. Linie powinny być przedstawione jako proste, bez żadnych zakrzywień czy falowania.

**b. Zdolność monitora do wyświetlania rozróżniania obiektów o niewielkim kontraście**Zapis wyników w **Tabeli nr MO1****Ocena**

1. Należy sprawdzić, czy widoczne jest 16 pól o różnej luminancji
2. Następnie w każdym z 16 obszarów o różnej luminancji, w jego 4 wierzchołkach znajdują się kwadraty, których luminancja nieznacznie różni się od tła. Sprawdzamy ich widoczność.
3. Pola o najmniejszej i największej luminancji zawierają w środku mniejsze pola o 5% i 95% skali szarości. Sprawdzamy ich widoczność
4. W trzech prostokątnych polach znajdują się napisy „QUALITY CONTROL”. Poszczególne litery wyświetlane są z coraz mniejszym kontrastem w stosunku do tła. Sprawdzamy widoczność liter-zapisujemy, które są widoczne dla każdego tła

**D. Wartości dopuszczalne (zakresy tolerancji)**

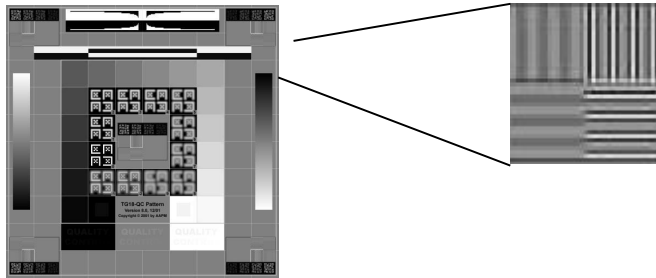
1. Widoczne powinny być wszystkie pola luminancji i kwadraciki w ich wierzchołkach.
2. Widoczne powinny być kwadraty wyświetlane z 5% i 95% luminancją
3. Należy porównać ilość widocznych liter z wartościami zapisanymi w teście akceptacyjnym

**Uwagi:**

Brak widoczności poszczególnych elementów może wskazywać na nieodpowiednie oświetlenie pomieszczenia opisowego, ewentualnie na konieczność powtórzonego wykonania kalibracji monitora do skali DICOM

### c. Rozdzielczość monitora

Zapis wyników w **Tabeli nr MO1**



**Ocena:**  
się

1. W każdym z narożników wzorca oraz na środku znajdują obszary zawierające linie czarno-białe położone w różnych odległościach od siebie.
2. Należy ocenić widoczność linii w każdym z obszarów

**Wartości dopuszczalne  
(zakresy tolerancji)**

1. Wszystkie wzory linii powinny być widoczne.



## VI. Aktualna propozycja załącznika do wykonywania testów podstawowych w Radiografii Cyfrowej

RADIOGRAFIA OGÓLNA CYFROWA (CR i DR)			
Lp.	Nazwa testu	Wartości graniczne	Częstość
<b>1.</b>	<b>Geometria</b>		
	<b>Zgodność pola promieniowania rentgenowskiego z polem świetlnym</b> Suma odległości między odpowiednimi krawędziami pola świetlnego i pola promieniowania rentgenowskiego (oddzielnie wzdłuż każdej z dwóch prostopadłych osi symetrii pola promieniowania rentgenowskiego) w odniesieniu do odległości ogniska lampy – płaszczyzna pola świetlnego wynosi maksymalnie	2 %	co miesiąc oraz w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości
<b>2.</b>	<b>Powtarzalność ekspozycji</b>		
	<u>Uwaga:</u> W zależności od najczęściej stosowanego klinicznie napięcia i trybu wyzwania ekspozycji oraz od posiadanych materiałów absorbujących, wykonać jeden z poniższych testów: 2.1. - 2.6.		
2.1.	Dla ekspozycji z materiałem absorbującym promieniowanie rentgenowskie o grubości 25 mm Al wykonanej w trybie ręcznym, dla wysokiego napięcia 70 kV lub 100 kV (opcjonalnie z dodatkowym materiałem absorbującym o grubości 1,3 mm Cu), odchylenie zmierzonej kermy w powietrzu od wartości odniesienia wynosi maksymalnie	±30 %	co miesiąc
2.2.	Dla ekspozycji z materiałem absorbującym promieniowanie rentgenowskie o grubości 30 mm PMMA i 1,0 mm Cu, wykonanej w trybie ręcznym, dla wysokiego napięcia 70 kV lub 100 kV (opcjonalnie z dodatkowym materiałem absorbującym o grubości 1,3 mm Cu), odchylenie zmierzonej kermy w powietrzu od wartości odniesienia wynosi maksymalnie	±30 %	
2.3.	Dla ekspozycji z materiałem absorbującym promieniowanie rentgenowskie o grubości 30 mm PMMA i 1,0 mm Cu, wykonanej w trybie AEC, dla wysokiego napięcia 70 kV, odchylenie zmierzonej kermy w powietrzu od wartości odniesienia wynosi maksymalnie	±30%	
2.4.	Dla ekspozycji z materiałem absorbującym promieniowanie rentgenowskie o grubości 30 mm PMMA i 1,0 mm Cu, wykonanej w trybie AEC, dla wysokiego napięcia 100 kV (opcjonalnie z dodatkowym materiałem absorbującym o grubości 1,3 mm Cu), odchylenie zmierzonej kermy w powietrzu od wartości odniesienia wynosi maksymalnie	±25%	
2.5.	Dla ekspozycji z materiałem absorbującym promieniowanie rentgenowskie o grubości 25 mm Al wykonanej w trybie AEC, dla wysokiego napięcia 70 kV, odchylenie zmierzonej kermy w powietrzu od wartości odniesienia wynosi maksymalnie	±25%	
2.6.	Dla ekspozycji z materiałem absorbującym promieniowanie rentgenowskie o grubości 25 mm Al wykonanej w trybie AEC, dla wysokiego napięcia 100 kV (opcjonalnie z dodatkowym materiałem absorbującym o grubości 1,3 mm Cu), odchylenie zmierzonej kermy w powietrzu od wartości odniesienia wynosi maksymalnie	±20%	
<b>3.</b>	<b>Rozdzielczość wysokokontrastowa</b>		
	Dla ekspozycji wykonanej w warunkach klinicznych obiektu testowego zawierającego wzór do oceny rozdzielczości, rozdzielczość uzyskanego obrazu nie jest mniejsza niż wartość odniesienia.	-	6 miesięcy po testach odbiorczych oraz 6 miesięcy po każdym testach

			specjalistycznych, również w przypadku stwierdzenia pogorszenia jakości obrazu (nie rzadziej niż co 12 miesięcy)
<b>4.</b>	<b>Widoczność obiektów niskokontrastowych</b>		
	Liczba obiektów o niskim kontraście widocznych na obrazie otrzymanym w warunkach klinicznych nie jest mniejsza niż wartość odniesienia.	-	co miesiąc oraz w przypadku stwierdzenia pogorszenia jakości obrazu
<b>5.</b>	<b>Kratka przeciwrozproszeniowa</b>		
	<p><u>Uwaga:</u> W przypadku systemów CR test kratki przeciwrozproszeniowej należy wykonać przy użyciu największej kasety dostępnej w pracowni.</p> <p>W przypadku systemów DR test kratki przeciwrozproszeniowej należy wykonać przy użyciu największego formatu obrazowania.</p>		
5.1.	<p><b>Ocena obrazu zatrzymanej kratki</b></p> <p>Przy odległości ogniska lampy – detektor obrazu równej ogniskowej kratki przeciwrozproszeniowej, nominalnej wartości wysokiego napięcia równej 50 kV (lub minimalnej dostępnej w aparacie) oraz takiej wartości czasu ekspozycji, aby uzyskać obraz nieruchomej kratki przeciwrozproszeniowej, na obrazie kratki nie występują żadne artefakty świadczące o jej uszkodzeniu.</p> <p><u>Uwaga:</u> Test wykonać przy wyłączonym ruchu kratki.</p>	-	co kwartał
5.2.	<p><b>Ocena obrazu kratki ruchomej</b></p> <p>Dla ekspozycji wykonanej przy najkrótszym stosowanym klinicznie czasie i odpowiadającym mu napięciu oraz tak dobranym natężeniu prądu, aby uzyskać prawidłową wartość wskaźnika ekspozycji, na obrazie nie są widoczne linie kratki.</p> <p><u>Uwaga:</u> Test wykonać z wyłączoną funkcją usuwania obrazów linii kratki.</p>	-	
<b>6.</b>	<b>System automatycznej kontroli ekspozycji (AEC)</b>		
	<p><u>Uwaga:</u> Testy 6.1. - 6.2. należy wykonać przy użyciu głównego regionu detektora w położeniu środkowym.</p>		
6.1.	<p><b>Ocena systemu AEC przy zmianie wysokiego napięcia</b></p> <p>Dla obrazów fantomu (filtru) równoważnego standardowemu pacjentowi, wykonanych przy ekspozycjach o różnych wartościach wysokiego napięcia z zakresu używanego klinicznie, zakres SNR (dla ROI o powierzchni <math>\approx 4 \text{ cm}^2</math>, położonym w środku obrazu) w odniesieniu do wartości minimalnej wynosi maksymalnie</p>	15 %	6 miesięcy po testach odbiorczych oraz 6 miesięcy po każdych testach specjalistycznych (nie rzadziej niż co 12 miesięcy)
6.2.	<p><b>Ocena systemu AEC przy zmianie grubości fantomu</b></p> <p>Dla obrazów fantomu (filtru) równoważnego standardowemu pacjentowi oraz fantomu (filtru) o innej grubości, zbudowanego z tego samego materiału co fantom (filtr) równoważny, wykonanych przy ekspozycjach dla tej samej wartości wysokiego napięcia stosowanej klinicznie, zakres SNR (dla ROI o powierzchni <math>\approx 4 \text{ cm}^2</math>, położonym w środku obrazu) w odniesieniu do wartości minimalnej wynosi maksymalnie</p>	15 %	

6.3.	<p><b>Ocena systemu AEC przy zmianie położenia głównego regionu detektora</b> Dla obrazów fantomu (filtru) równoważnego standardowemu pacjentowi wykonanych przy ekspozycjach dla poszczególnych położenia głównego regionu detektora systemu AEC oraz dla tej samej wartości wysokiego napięcia stosowanej klinicznie, zakres SNR (dla ROI o powierzchni <math>\approx 4 \text{ cm}^2</math>, położonym w środku obrazu) w odniesieniu do wartości minimalnej wynosi maksymalnie</p>	15 %	
<b>7. Artefakty</b>			
	Na całej powierzchni obrazu fantomu (filtru) równoważnego standardowemu pacjentowi wykonanego w warunkach klinicznych nie są widoczne żadne artefakty.	-	co miesiąc oraz w przypadku stwierdzenia jakichkolwiek artefaktów
<b>8. Zmienność czułości płyt obrazowych (systemy CR)</b>			
8.1.	Dla ekspozycji jednorodnego fantomu (filtru) równoważnego standardowemu pacjentowi, wykonanej w warunkach klinicznych, zakres SNR (dla ROI o powierzchni $\approx 4 \text{ cm}^2$ , położonym w środku obrazu), w odniesieniu do wartości średniej dla wszystkich płyt obrazowych stosowanych w pracowni wynosi maksymalnie	30 %	6 miesięcy po testach odbiorczych oraz 6 miesięcy po każdych testach specjalistycznych również każdorazowo po wprowadzeniu do użycia nowej kasety z płytą obrazową, w przypadku pogorszenia jakości obrazów rentgenowskich (nie rzadziej niż co 12 miesięcy)
8.2.	Na obrazach z punktu 8.1. nie są widoczne żadne znaczące niejednorodności.	-	
<b>9. Kalibracja detektora obrazu (system DR)</b>			
	Kalibracja detektora obrazu jest przeprowadzana zgodnie z zaleceniami producenta.	-	zgodnie z zaleceniami producenta