

## **Witold Skrzyński<sup>1</sup> Wioletta Ślusarczyk-Kacprzyk<sup>1</sup>**

Zespół konsultantów:

Paweł Kukołowicz<sup>1</sup>, Dominika Oborska-Kumaszyńska<sup>2,3</sup>, Andrzej Orlef<sup>4</sup>,  
Sylwia Zielińska-Dąbrowska<sup>5</sup>

### **Testy podstawowe monitorów stosowanych do prezentacji obrazów medycznych**

#### **Zalecenia Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej**

<sup>1</sup>Zakład Fizyki Medycznej, Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie,  
W. K. Roentgena 5, 02-781 Warszawa

<sup>2</sup>Zakład Radiologii Ogólnej, Zabiegowej i Neuroradiologii, Akademicki Szpital Kliniczny  
we Wrocławiu, Borowska 213, 50-556 Wrocław

<sup>3</sup>Wolverhampton Royal Hospitals, New Cross Hospital, MPCE Department, Wolverhampton, UK

<sup>4</sup>Zakład Fizyki Medycznej, Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie,  
Wybrzeże Armii Krajowej 15, 44-101 Gliwice

<sup>5</sup>Zakład Fizyki Medycznej, Świętokrzyskie Centrum Onkologii, Artwińskiego 3, 25-734 Kielce

Coraz powszechniej klisza rentgenowska jest wypierana przez detektory cyfrowe. Obraz zapisany w postaci cyfrowej jest następnie prezentowany z użyciem monitorów, zwykle diagnostycznych. W niniejszym dokumencie przedstawiono zestaw testów, które zdaniem Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej, powinny być wykonywane dla monitorów używanych do prezentowania obrazu zapisanego w postaci cyfrowej. Dokument ten powstał z inicjatywy Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej, został opracowany na podstawie dostępnych publikacji przez fizyków z Zakładu Fizyki Medycznej Centrum Onkologii w Warszawie we współpracy z zespołem konsultantów powołanych przez Zarząd Główny PTFM.

**Słowa kluczowe:** testy podstawowe, monitory, obrazy medyczne

## **Przedmowa**

Coraz powszechniej klisza rentgenowska jest wypierana przez detektory cyfrowe. Obraz zapisany w postaci cyfrowej jest następnie prezentowany z użyciem monitorów, zwykle diagnostycznych. W niniejszym dokumencie przedstawiono zestaw testów, które zdaniem Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej, powinny być wykonywane dla monitorów używanych do prezentowania obrazu zapisanego w postaci cyfrowej. Dokument ten powstał z inicjatywy Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej, został opracowany na podstawie dostępnych publikacji przez fizyków z Zakładu Fizyki Medycznej Centrum Onkologii w Warszawie we współpracy z zespołem konsultantów powołanych przez Zarząd Główny PTFM. W imieniu Zarządu Głównego wszystkim tym osobom wyrażam ogromną wdzięczność.

Równocześnie pragnę podkreślić, że niniejsze zalecenia nie są dokumentem w rozumieniu prawa. Takim dokumentem jest Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej z dnia 18 lutego 2011 roku. Wykonywanie proponowanych testów pozwala na przeprowadzenie pełnej oceny działania monitorów stosowanych do prezentacji obrazów medycznych, a spełnienie warunków akceptacji dla wszystkich testów umożliwi uzyskanie właściwej jakości prezentacji tych obrazów.

Życzę pożytecznego korzystania z niniejszego dokumentu!

Prezes Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej

dr hab. n. med. Paweł Kukołowicz

Warszawa, 2013-01-14

## Spis treści

I Wstęp.....	4
II Wykaz sprzętu do wykonywania testów podstawowych monitorów stosowanych do prezentacji obrazów medycznych.....	4
III Definicje .....	6
IV Testy kontroli jakości.....	6
1. Warunki oglądania obrazów .....	6
1.1. Oświetlenie pomieszczenia .....	6
1.2. Stan powierzchni monitora .....	7
2. Jakość obrazu. ....	8
2.1. Artefakty .....	8
2.2. Rozdzielczość.....	8
2.3. Skala szarości .....	9
2.4. Widoczność struktur niskokontrastowych.....	10
3. Zgodność pary monitorów .....	11
4. Zniekształcenia geometryczne.....	12
V Wykaz testów kontroli jakości i ich warunków akceptacji.....	14

## I Wstęp

Kontrola jakości w obrazowaniu medycznym powinna dotyczyć wszystkich elementów wpływających na jakość obrazu ocenianego przez lekarza. Elementami tymi są zarówno parametry aparatury rejestrującej obraz, jak i parametry urządzeń do prezentacji obrazu. W klasycznej radiografii nośnikiem obrazu jest błona rentgenowska, a kontroli podlegają między innymi wywoływarki i negatoskopy. W przypadku obrazowania cyfrowego kontroli powinny podlegać monitory używane do wyświetlania obrazów medycznych.

Testy podstawowe wykonuje się dla monitorów wszystkich klas. Przyjęty podział monitorów na klasy przedstawiono w rozdziale „III. Definicje”. Należy zauważyć, że monitory przy konsoli tomografu zakwalifikowano na potrzeby niniejszego opracowania do monitorów przeglądowych (klasy B).

Test „warunki oceny obrazów” należy wykonać dla monitora wyłączanego, będącego w stanie uśpienia, lub wyświetlającego czarny obraz. Każdy testowany monitor powinien być włączony na około 30 minut przed przystąpieniem do wykonania pozostałych testów.

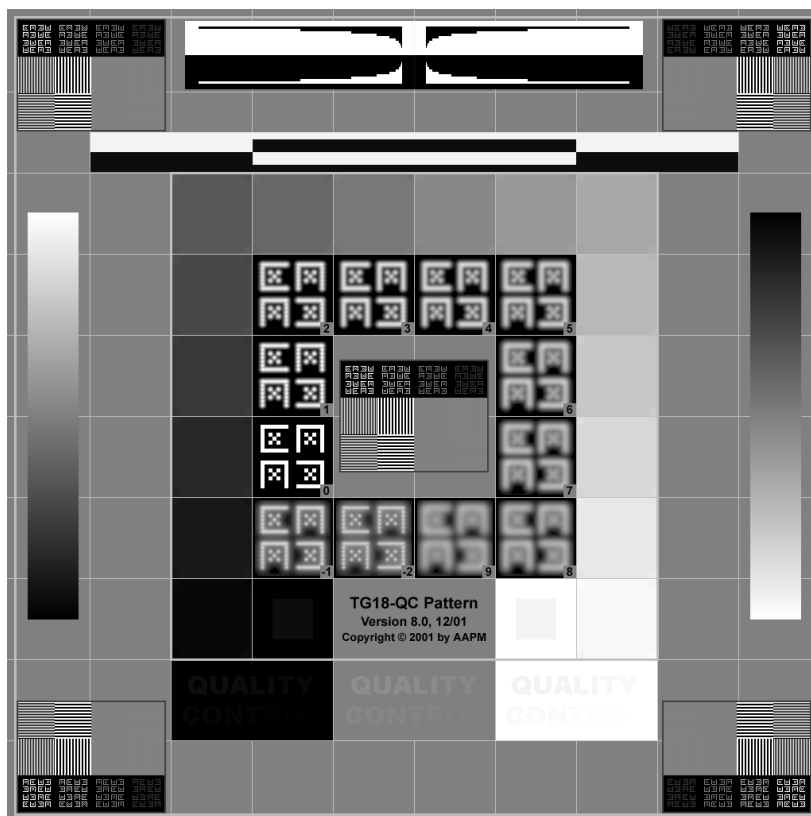
Wszystkie testy należy wykonać w takich warunkach oświetleniowych, w jakich są stosowane monitory. Do warunków tych należy zaciemnienie pomieszczenia (np. żaluzje) i obecność innych poza ocenianym monitorem źródeł światła (np. inne monitory, negatoskopy z zawieszonymi filmami).

Testy podstawowe monitorów powinien wykonywać użytkownik, który pracuje przy danym monitorze. W przypadku monitorów opisowych jest to zazwyczaj lekarz, w przypadku monitorów przy stacjach do akwizycji obrazu – technik.

Oprócz testów podstawowych wykonywane powinny być także testy specjalistyczne, które wymagają zastosowania specjalistycznego wyposażenia pomiarowego. Testy specjalistyczne muszą być wykonywane nie rzadziej niż raz na 12 miesięcy. Jeżeli wyniki testów, informacje dostarczane przez oprogramowanie diagnostyczne lub informacje dostarczane przez serwis wskazują na możliwość wcześniejszego pogorszenia się jakości obrazu, częstość wykonywania testów specjalistycznych powinno się zwiększyć.

## II Wykaz sprzętu do wykonywania testów podstawowych monitorów stosowanych do prezentacji obrazów medycznych

- a) Obraz testowy TG18-QC
- b) Przymiar liniowy (miarka lub linijka bez ostrych brzegów), o dokładności  $\pm 1$  mm (dla monitorów kineskopowych)



**Rycina 1.** Obraz testowy TG18-QC

Obraz testowy TG18-QC w wersji cyfrowej można pozyskać m.in. z następujących stron internetowych:

- American Association of Physicists in Medicine. *AAPM On-line Report No. 03. Assessment of Display Performance for Medical Imaging Systems*. 2005  
<http://deckard.mc.duke.edu/~samei/tg18>
- European Reference Organisation for Quality Assured Breast Screening and Diagnostic Services, EUREF

Pożądanе jest, aby obraz testowy był wyświetlany z użyciem tego samego oprogramowania, które jest używane do wyświetlania obrazów medycznych. Po wyświetleniu obrazu testowego nie należy zmieniać ustawień okna skali szarości (W/L, *window width / window level*).

### III Definicje

**Dokładność przyrządu** - (ang. *accuracy*), parametr charakteryzujący przyrząd pomiarowy określający dokładność pomiaru, podawany przez producenta danego przyrządu pomiarowego.

**Monitory klasy A (opisowe)** - monitory służące do podejmowania decyzji diagnostycznych przez lekarza.

**Monitory klasy B (przeglądowe)** - monitory służące do prezentacji obrazu w celach innych niż podjęcie decyzji diagnostycznej. Takimi celami mogą być między innymi:

- prezentacja już opisanego obrazu na kominku radiologicznym,
- dostarczenie informacji niezbędnych do realizacji terapii, np. wyświetlenie obrazu na sali operacyjnej podczas zabiegu,
- określenie zakresu badania obrazowego, np. zakres skanowania w tomografii komputerowej określany na podstawie topogramu wyświetlanego na monitorze przy konsoli tomografu.

**Monitory klasy C** - monitory znajdujące się przy stacjach do akwizycji obrazu urządzeń radiologicznych, na których obrazy medyczne prezentowane są wyłącznie w celu weryfikacji poprawności wykonania badania.

**Monitor LCD** - monitor ciekłokrystaliczny (ang. *liquid crystal display*).

**Monitor CRT** - monitor kineskopowy (ang. *cathode ray tube*).

### IV Testy kontroli jakości

#### 1. Warunki oglądania obrazów

##### 1.1. Oświetlenie pomieszczenia

Obraz prezentowany na ekranie monitora nie powinien być zaburzony przez obecność odbić źródeł światła lub innych obiektów. Jeżeli na ekranie widoczne są odbicia jakiegos źródła światła (okna, lampy, negatoskopu, innego monitora), należy wyeliminować to źródło bądź zmienić wzajemne położenie monitora i źródła światła. Jeżeli na monitorze widać odbicia przedmiotów jasnych lub skonstrastowanych względem tła (plakietka/kasetka na jasnym fartuchu/koszuli, ramka na jasnej ścianie), należy obniżyć poziom oświetlenia w pomieszczeniu (zbyt wysokie światło rozproszone).

##### Wyposażenie:

- brak

##### Metodyka:

Dla monitora wyłączzonego lub wyświetlającego czarny obraz wzrokowo ocenić widoczność odbić źródeł światła, osób i przedmiotów na ekranie.

### **Warunki akceptacji:**

Na powierzchni ekranu nie mogą być widoczne odbicia źródeł światła ani żadnych elementów odbijających światło.

### **Częstość wykonywania:**

Test powinien być wykonywany w każdym dniu stosowania monitora przed przystąpieniem do pracy.

## **1.2. Stan powierzchni monitora**

Podczas pracy powierzchnia czynna monitora ulega zabrudzeniu, może także zostać uszkodzona. Stan powierzchni monitora powinien być kontrolowany na bieżąco, aby zapobiegać pogorszeniu jakości wyświetlanych obrazów.

### **Wyposażenie:**

- Obraz testowy TG18-QC

### **Metodyka:**

Wzrokowo ocenić stan powierzchni monitora wyłączzonego lub wyświetlającego czarny obraz. Ocenę powtórzyć dla monitora wyświetlającego obraz testowy TG18-QC.

### **Warunki akceptacji:**

Powierzchnia monitora nie może być zabrudzona ani uszkodzona.

### **Częstość wykonywania:**

Test powinien być wykonywany w każdym dniu stosowania monitora przed przystąpieniem do pracy.



**Rycina 2.** Wyłączony monitor z widocznymi zabrudzeniami i odbiciami.

## 2. Jakość obrazu

Jakość obrazu prezentowanego na monitorze zależy od wielu czynników, w tym od parametrów samego monitora. Część z tych parametrów (np. luminancja, kontrast) podlega dokładnej ocenie ilościowej podczas testów specjalistycznych wykonywanych nie rzadziej niż raz na dwanaście miesięcy. W testach podstawowych jakość obrazu oceniana jest wyłącznie jakościowo, poprzez wzrokową ocenę poprawności wyświetlania obrazu testowego. Ocena taka jest wystarczająca dla wykrycia pogorszenia jakości obrazu.

### Wyposażenie:

- Obraz testowy TG18-QC

### 2.1. Artefakty

#### Metodyka:

Wzrokowo ocenić wygląd obrazu testowego TG18-QC wyświetlanego na monitorze.

#### Warunki akceptacji:

Na obrazie testowym TG18-QC nie mogą być widoczne żadne artefakty, uszkodzone piksele, migotania, drżenia ani przebarwienia.

Obraz testowy jest widoczny w całości.

Zawarte w obrazie linie poziome i pionowe są proste, równej długości i rozmieszczone w równych odstępach.

#### Częstość wykonywania:

Test powinien być wykonywany w każdym dniu stosowania monitora przed przystąpieniem do pracy.

### 2.2. Rozdzielczość

#### Metodyka:

Wzrokowo ocenić widoczność białych i czarnych linii we wzorach do oceny rozdzielczości w obrazie testowym TG18-QC (Rycina 3). Ocenę należy wykonać dla wszystkich wzorów, tj. linii poziomych i pionowych, w środkowym obszarze i w narożnikach obrazu.

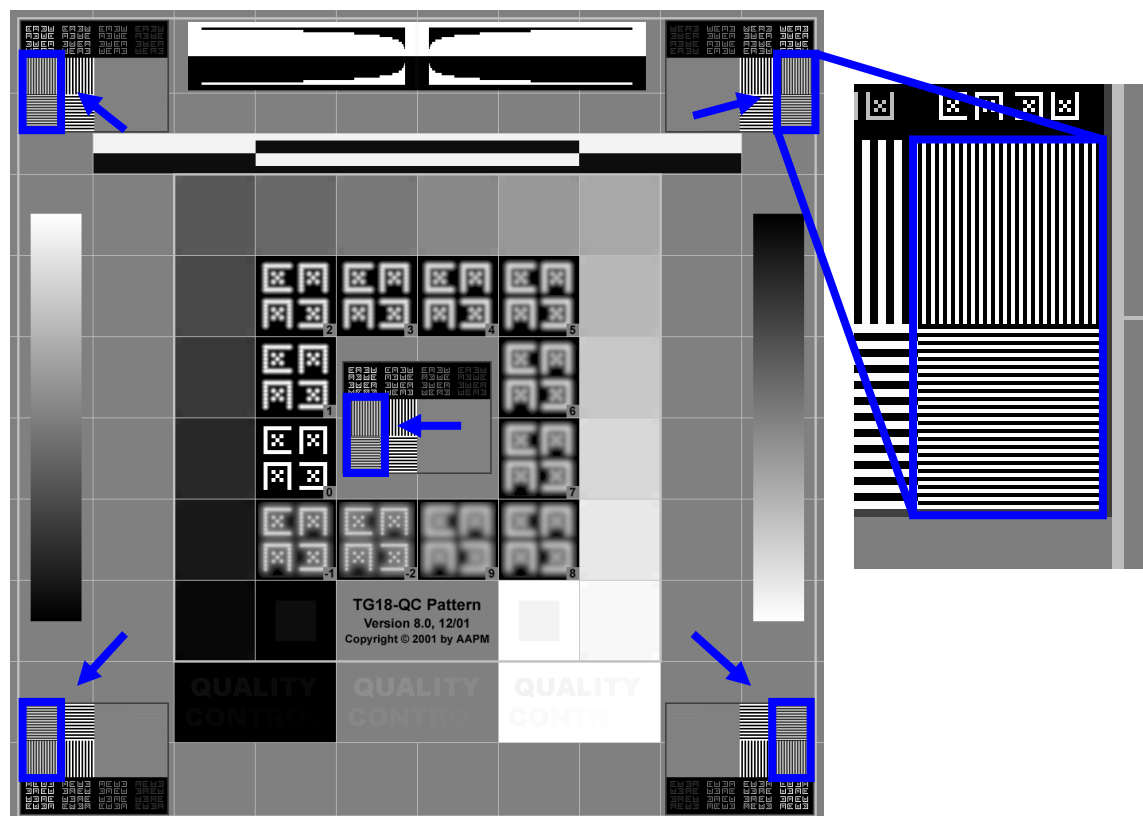
#### Warunki akceptacji:

We wszystkich wzorach do oceny rozdzielczości białe i czarne linie muszą być wyraźnie rozróżnialne.



### Częstość wykonywania:

Test powinien być wykonywany w każdym dniu używania monitora przed przystąpieniem do pracy.



Rycina 3. Lokalizacja wzorów do oceny rozdzielczości w obrazie testowym TG18-QC

### 2.3. Skala szarości

#### Metodyka:

Wzrokowo ocenić rozróżnialność szesnastu pól skali szarości w obrazie testowym TG18-QC (Rycina 4, po lewej stronie). Wzrokowo ocenić rozróżnialność pól „czarne na czarnym” i „białe na białym” (Rycina 4, po prawej stronie).

#### Warunki akceptacji:

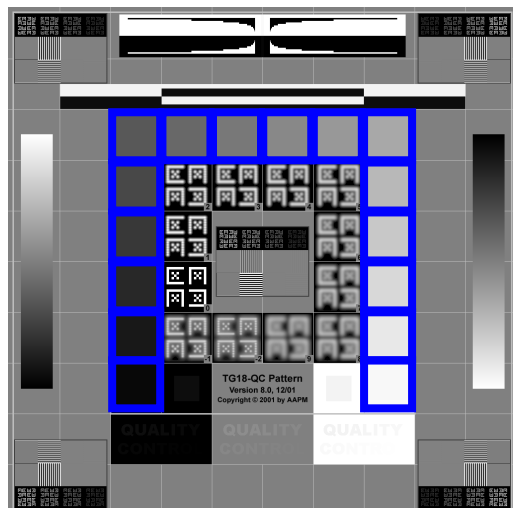
Każde z szesnastu pól skali szarości musi być rozróżnialne.

Pola „czarne na czarnym” i „białe na białym” muszą być rozróżnialne.

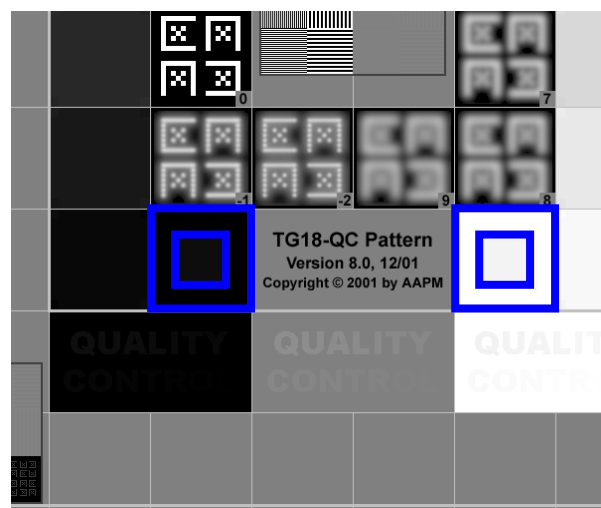
#### Częstość wykonywania:

Test powinien być wykonywany w każdym dniu stosowania monitora przed przystąpieniem do pracy.

a)



b)



**Rycina 4.** Lokalizacja pól skali szarości w obrazie testowym TG18-QC: a) zaznaczone szesnaście pól różniących się od siebie poziomem szarości, b) zaznaczone pola „czarne na czarnym” i „białe na białym”.

## 2.4. Widoczność struktur niskokontrastowych

### Metodyka:

Wzrokowo ocenić widoczność napisów „QUALITY CONTROL” w obrazie testowym TG18-QC (Rycina 5). Oddzielnie dla każdego z trzech napisów (na czarnym, szarym i białym tle) zanotować, które litery są widoczne. Podczas testu nie należy zmieniać ustawienia okna skali szarości. Wynik należy porównać z wartościami bazowymi, tj. z wynikiem uzyskanym podczas testów odbiorczych (akceptacyjnych). Jeśli podczas testów odbiorczych test ten nie został wykonany, wartościami bazowymi mogą być wyniki pierwszych testów podstawowych.

Dla monitorów opisowych (klasy A) i przeglądowych (klasy B) wzrokowo ocenić rozróżnialność kwadratów w narożnikach każdego z szesnastu pól szarości w obrazie testowym TG18-QC (Rycina 6).

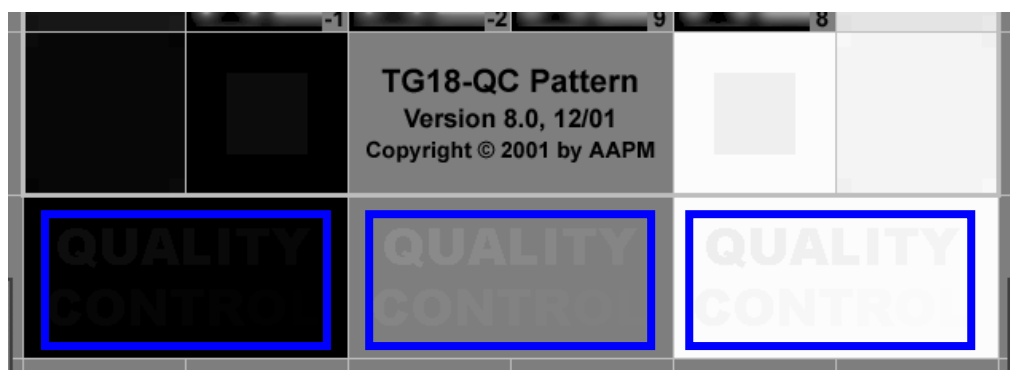
### Warunki akceptacji:

Dla wszystkich monitorów: liczba liter widocznych w każdym z trzech napisów „QUALITY CONTROL” powinna być nie gorsza, niż podczas wyznaczania wartości bazowych.

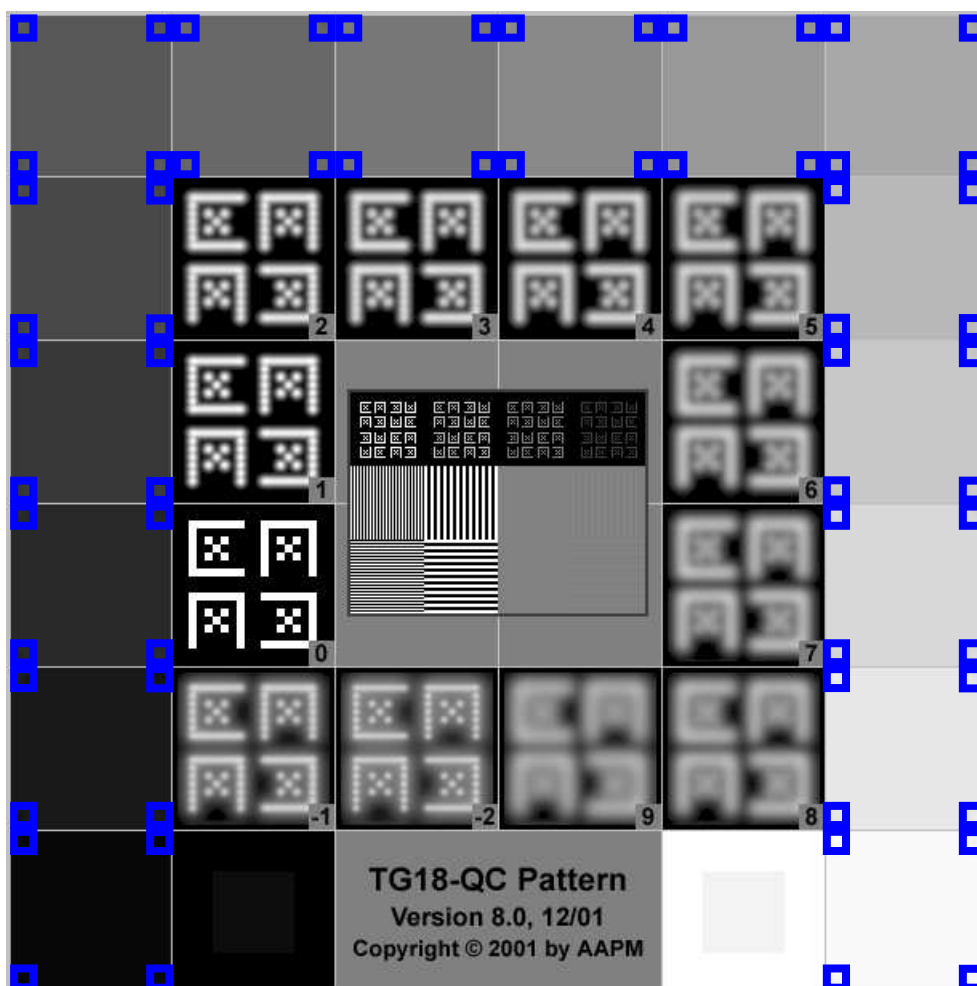
Dla monitorów opisowych (klasy A) i przeglądowych (klasy B): wszystkie kwadraty w narożnikach każdego z szesnastu pól szarości muszą być rozróżnialne.

### Częstość wykonywania:

Test powinien być wykonywany w każdym dniu stosowania monitora przed przystąpieniem do pracy.



**Rycina 5.** Lokalizacja napisów „QUALITY CONTROL” na czarnym, szarym i białym tle w obrazie testowym TG18-QC. Kolejne litery każdego z napisów mają coraz mniejszy kontrast względem tła, a zatem są coraz słabiej widoczne.



**Rycina 6.** Lokalizacja pól szarości w obrazie testowym TG18-QC.

### 3. Zgodność pary monitorów

Jeśli przy opisywaniu lub przeglądaniu obrazów medycznych stosowane są dwa sparowane monitory, ten sam obraz wyświetlony na każdym z nich powinien wyglądać

tak samo. Test ma na celu wykrycie sytuacji, w której na skutek uszkodzenia lub przypadkowej zmiany ustawień jednego z monitorów nie pracują one w identyczny sposób.

**Wyposażenie:**

- Obraz testowy TG18-QC

**Uwaga:**

Test wykonuje się dla stanowisk wyposażonych w dwa parowane monitory przeznaczone do jednoczesnego wyświetlania obrazów medycznych.

**Metodyka:**

Wzrokowo ocenić wygląd obrazu testowego TG18-QC wyświetlanego jednocześnie na obu monitorach.

**Warunki akceptacji:**

Wygląd, wielkość, jasność i zabarwienie obrazu testowego TG18-QC wyświetlanego na każdym z monitorów muszą być takie same.

**Częstość wykonywania:**

Test powinien być wykonywany w każdym dniu stosowania monitorów przed przystąpieniem do pracy.

**4. Zniekształcenia geometryczne**

Dla monitorów kineskopowych (CRT, *cathode ray tube*) regułą jest obecność niewielkich zniekształceń geometrycznych. Dla monitorów ciekłokrystalicznych (LCD, *liquid crystal devices*) zniekształcenia geometryczne są mało prawdopodobne ze względu na ich konstrukcję. Zniekształcenia geometryczne obrazu mogą powodować błędy w jego interpretacji.

**Uwaga:**

Test wykonuje się dla wszystkich monitorów kineskopowych (CRT). Testu nie wykonuje się dla monitorów ciekłokrystalicznych (LCD).

W czasie wykonywania testu należy zwrócić szczególną uwagę by nie porysować powierzchni kontrolowanego monitora. Używana linijka nie powinna mieć ostrych brzegów.

**Wyposażenie:**

- Przymiar liniowy (miarka lub linijka) o dokładności  $\pm 1$  mm.

### Metodyka:

Na wyświetlonym obrazie testowym TG18-QC zmierzyć sześć odległości jak na rycinie 7.  
Obliczyć  $\Delta D$  zgodnie ze wzorem:

$$\Delta D = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\min}} \cdot 100\%$$

gdzie:

$D_{\max}$  - największa spośród sześciu zmierzonych odległości,

$D_{\min}$  - najmniejsza spośród sześciu zmierzonych odległości.

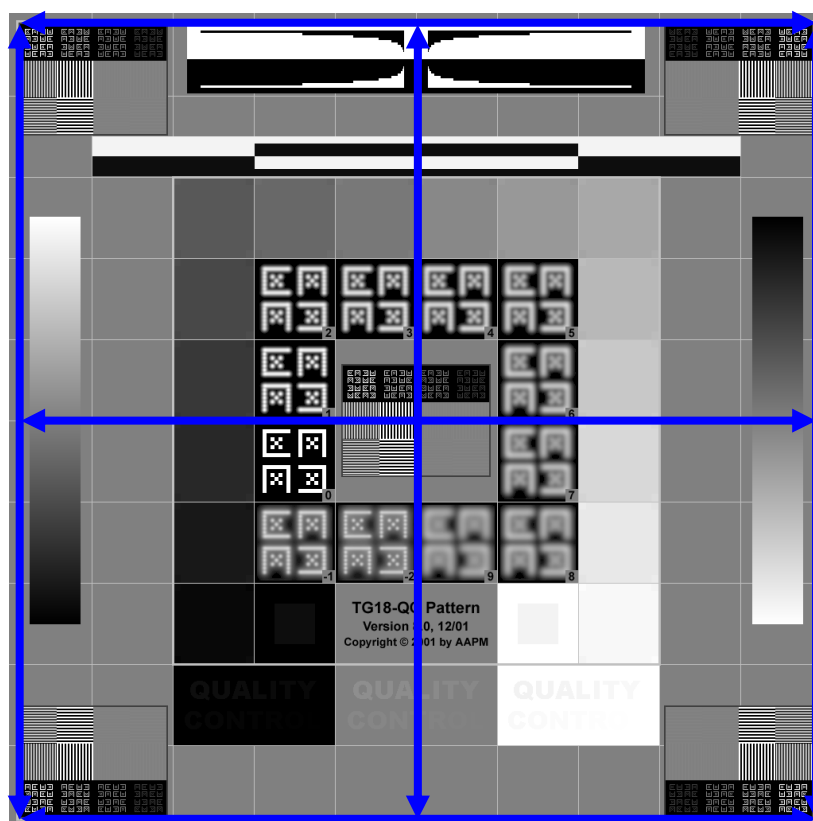
### Warunki akceptacji:

Dla monitorów opisowych:  $\Delta D \leq 2\%$ .

Dla monitorów przeglądowych:  $\Delta D \leq 5\%$ .

### Częstość wykonywania:

Test powinien być wykonywany dla każdego monitora kineskopowego raz w miesiącu oraz w przypadku zaobserwowania zniekształcenia obrazu.



Rycina 7. Pomiar odległości w obrazie testowym TG18-QC.

## V Wykaz testów kontroli jakości i ich warunków akceptacji

Numer testu	Nazwa testu	Warunki akceptacji	Częstość wykonywania
1.	Warunki oglądania obrazów		
1.1.	Oświetlenie pomieszczenia	Na powierzchni ekranu nie może być widocznych odbić źródeł światła ani innych obiektów.	W każdym dniu stosowania monitora przed przystąpieniem do pracy.
1.2.	Stan powierzchni monitora	Powierzchnia monitora nie może być zabrudzona ani porysowana.	
2.	Jakość obrazu		
2.1.	Artefakty	Na obrazie testowym TG18-QC nie mogą być widoczne żadne artefakty, uszkodzone piksele, migotania, drżenia ani przebarwienia. Obraz testowy musi być widoczny w całości. Zawarte w obrazie linie poziome i pionowe są proste, równej długości i rozmieszczone w równych odstępach.	W każdym dniu stosowania monitora przed przystąpieniem do pracy.
2.2.	Rozdzielczość	We wszystkich wzorach do oceny rozdzielczości w obrazie testowym TG18-QC białe i czarne linie muszą być wyraźnie rozróżnialne	
2.3.	Skala szarości	Każde z szesnastu pól skali szarości w obrazie testowym TG18-QC musi być rozróżnialne. Pola „czarne na czarnym” i „białe na białym” muszą być rozróżnialne.	
2.4.	Widoczność struktur niskokontrastowych	Dla wszystkich monitorów: liczba liter widocznych w każdym z trzech napisów „QUALITY CONTROL” w obrazie testowym TG18-QC powinna być nie gorsza, niż podczas wyznaczania wartości bazowych. Dla monitorów klas A i B: Wszystkie kwadraty w narożnikach każdego z szesnastu pól szarości w obrazie testowym TG18-QC muszą być rozróżnialne.	
3.	Zgodność pary monitorów	Wygląd, wielkość, jasność i zabarwienie obrazu testowego TG18-QC wyświetlanego na każdym z monitorów muszą być takie same.	
4.	Zniekształcenia geometryczne	Dla monitorów opisowych: $\Delta D \leq 2\%$ . Dla monitorów przeglądowych: $\Delta D \leq 5\%$ .	Dla każdego monitora kineskopowego raz w miesiącu.