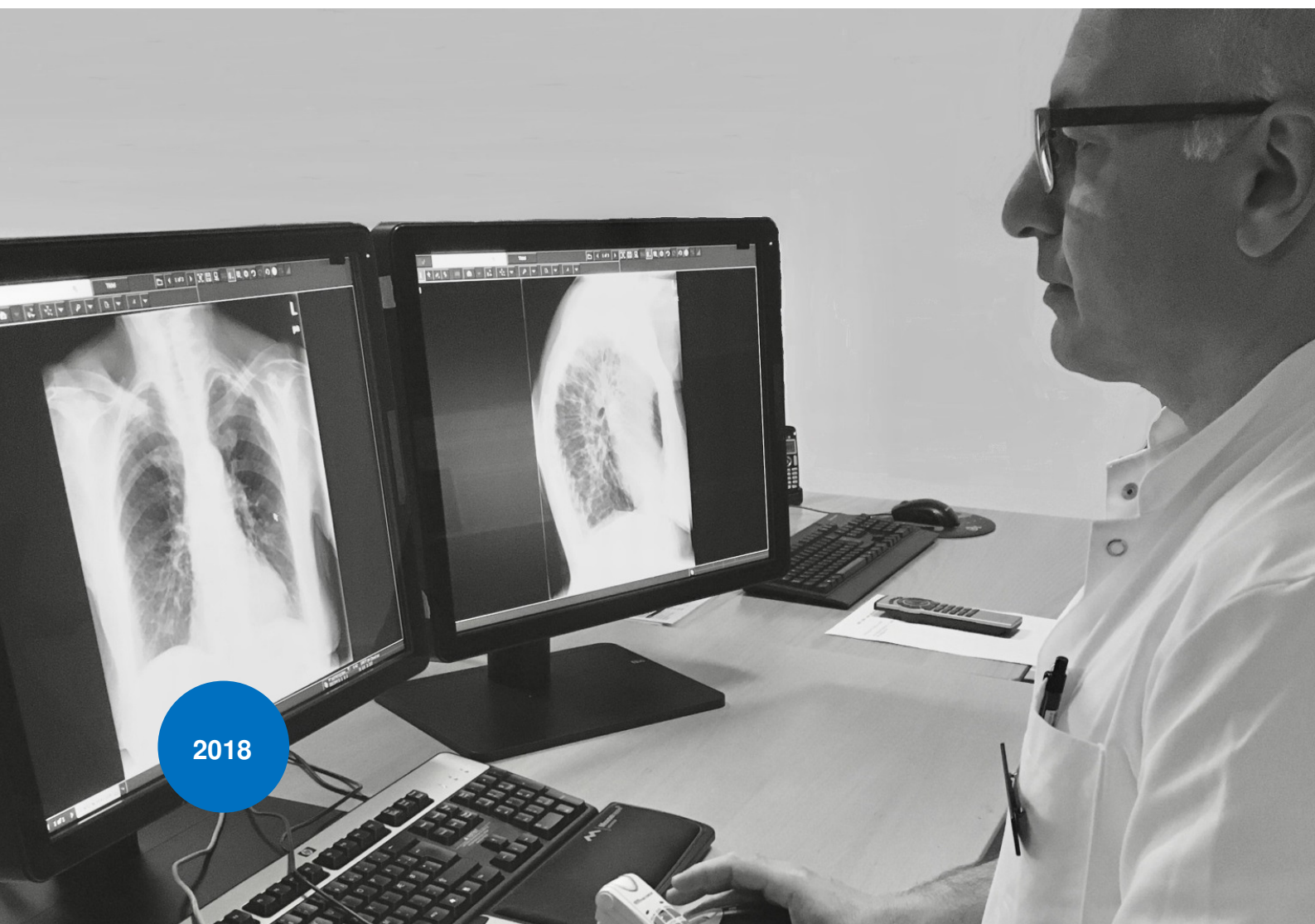




SUNDHEDSSTYRELSEN  
STRÅLEBESKYTTELSE

# Kontrol af monitorer til røntgen-diagnostik

KRAV, VEJLEDNINGER OG GENERELLE ANBEFALING-  
ER FOR MONITORER TIL BRUG FOR DIAGNOSTIK



2018

## Kontrol af monitorer til røntgen-diagnostik

© Sundhedsstyrelsen, 2018.

Publikationen kan frit refereres med  
tydelig kildeangivelse.

Sundhedsstyrelsen  
Islands Brygge 67  
2300 København S

[www.sst.dk](http://www.sst.dk)

**Emneord:** Skærm, monitor, kvalitets-  
kontrol, QA, Diagnostik

**Sprog:** Dansk

**Version:** 1,2

**Versionsdato:** (08.10.2018)

**Format:** pdf

Udgivet af Sundhedsstyrelsen,  
(oktober 2018).

**Elektronisk ISBN:**  
978-87-7014-017-1

# Indhold

## Indhold 2

<b>Sammenfatning</b>	<b>4</b>
<b>1 Introduktion</b>	<b>4</b>
<b>2 Kontroloversigt</b>	<b>6</b>
2.1 Oversigtstabel over kontrol	6
<b>3 Definition og klasseinddeling af monitorer</b>	<b>7</b>
3.1.1 Definition	7
3.1.2 Formål	7
3.1.3 Anbefalinger	7
<b>4 Forudsætninger for brug af monitor</b>	<b>9</b>
4.1 Tabsfri lagring og overførsel af billeder	9
4.2 Adgang til kontroller	9
4.3 Registrering af monitoren	9
<b>5 Udførelse af kontroller</b>	<b>10</b>
5.1 Betragtningforhold	10
5.2 Kontrastforhold	12
5.3 Kontrastresponskurve (GSDF)	13
5.4 Forskel mellem monitorer ( $L_{maks}$ )	15
5.5 Homogenitet	16
5.6 Artefakter	18
5.7 Visuel test	19
<b>6 Teknisk uddybning af kontrollerne</b>	<b>21</b>
6.1 Beskrivelse af anvendte testbilleder	21
6.2 Måling af lystæthed (luminans)	23
6.2.1 Metode 1: Teleskopisk	23
6.2.2 Metode 2: Near-range	23
6.2.3 Metode 3: Integreret	24
6.3 Kontrastresponskurve	25

<b>7</b>	<b>Værd at vide</b>	<b>26</b>
7.1	Kalibrering af sensorer	26
7.1.1	Frontsensor:	26
7.1.2	Backlightsensor:	26
7.2	Rengøring	26
7.3	Arbejde i beskriverrum	27
7.4	Gode råd ved køb af en diagnostisk monitor	27
7.4.1	Indledning	27
7.4.2	Monitoropløsning og –format	28
7.4.3	Lystæthed	28
7.4.4	Kontrast	29
7.4.5	Betragtningsvinkler	30
7.4.6	Gråtoneniveau	30
7.4.7	Homogenitet	30
7.4.8	Kalibrering	30
7.4.9	Pixler	31
7.4.10	Farveskærme	31
7.5	Lukkede systemer	32
<b>8</b>	<b>Bilag</b>	<b>33</b>
8.1	Definition af fysiske parametre	33
8.2	Ordliste	34
<b>9</b>	<b>Litteraturliste</b>	<b>35</b>

# Sammenfatning

Denne vejledning giver et overblik over hvordan diagnostiske monitorer defineres, anbefalinger til driftsbetingelser, samt hvilke kontroller der bør udføres, for at kunne dokumentere, at driftsbetingelserne er overholdt.

Ud over vejledningen er der et tilhørende regneark, som, hvis ønsket, kan bruges til at indtaste resultater af kontrollerne i kapitel 5. Grafer i denne vejledning er dannet ved brug af arket.

Bemærk, at monitoren er en enkelt del af hele den billeddannende kæde, hvor hver del kan have indflydelse på billedkvaliteten. Denne vejledning omhandler udelukkende kontrol af selve monitoren, men har som forudsætning at billeder til diagnostisk brug bliver gengivet med tilstrækkelig, af sin oprindelige, information.

## 1 Introduktion

Sundhedsstyrelsens tidligere bekendtgørelse nr. 975, 1998 om medicinske røntgenanlæg til undersøgelse af patienter stillede bl.a. krav om udførelse af modtage-, status- og konstanskontrol på alt medicinsk røntgenudstyr. Bekendtgørelsen indeholdt for diagnostiske monitorer kun en liste over de kontroller, der skulle udføres, mens der ikke var fastsat driftsbetingelser.

Dertil har det diagnostiske område været inde i en rivende udvikling. De kontroller der blev anset for relevante og dækkende i slutningen af 1990'erne, er i dag på flere punkter overhalet af den teknologiske udvikling på området.

Sundhedsstyrelsen, Strålebeskyttelse (SIS) indkaldte i efteråret 2014 til et møde for alle interesserede faggrupper, for at vejlede stemningen for at udarbejde en vejledning på området. Deltagelsen var overstrømmende, og en arbejdsgruppe blev sammensat bestående af repræsentanter for fagpersoner fra regionerne, private virksomheder samt en medarbejder fra SIS.

Gruppens formål var at udarbejde en anbefaling for kontrol af diagnostiske monitorer på baggrund af internationale standarder, egne erfaringer og nyeste viden.

Med Sundhedsstyrelsens nye lovgivning ved bekendtgørelse nr. 86 af 2. februar 2018 om brug af strålingsgeneratorer er alle specifikke driftskrav taget ud og denne vejledning med tilhørende måleskema er derfor SIS tolkning af, hvordan bekendtgørelsens mere overordnede krav overholdes for diagnostisk røntgen, men kan også bruges som inspiration for monitorer inden for andre billeddiagnostiske områder uden for den gamle bekendtgørelse 975.

Målgruppen er i første omgang alle personer, der udfører kontroller men dernæst også personer, der har ansvar for indkøb- eller vedligehold af udstyr samt indretning af beskriverrum.

Tak til alle der har bidraget til denne vejledning samt arbejdsgruppen som bestod af:

Lars Møller Albrecht, Peter Kaidin Frederiksen, Martin Cloetta Jensen, Mogens Kølle, Nicolai Krag-Nielsen, Stine Groth-Pedersen, Anders Petersen, Asger Greval Petersen, Ingrid Saunders, Claus Preston Lund og Peter Juul Ørnstrup.

## 2 Kontroloversigt

### 2.1 Oversigtstabel over kontrol

Denne tabel angiver, hvilke informationer og kontroller der skal være indeholdt og udføres til en modtagekontrol, samt hvor ofte kontrollerne efterfølgende skal udføres.

Tabel 1

Kontrol og tolerance	Kontroltype og -interval		
	Modtage/reparation	Årlig status	Konstans
Betragtningforhold 5.1 $L_{\min} \geq 1,5 \cdot L_{\text{amb}}$ Anbefalet belysningsstyrke: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mammografi &lt; 10 lx</li> <li>• Alle andre modaliteter &lt; 50 lx</li> </ul>	x	x	
Kontrastforhold 5.2 Alle modaliteter $\geq 250$ og $L_{\min} \geq 1,5 \cdot L_{\text{amb}}$	x	x	
Kontrastresponskurve (GSDF) 5.3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mammografi og konv. rtg &lt; <math>\pm 15</math> % afvigelse</li> <li>• Anden diagnostik &lt; <math>\pm 20</math> % afvigelse</li> </ul>	x	x	
Forskel mellem monitorer ( $L_{\text{maks}}$ ) 5.4 < $\pm 10$ % afvigelse ift. ønskede og < $\pm 10$ % mellem flere monitorer i samme opstilling	x	x	
Homogenitet 5.5 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle modaliteter:</li> <li>• Modtagekontrol: &lt; <math>\pm 15</math> % afvigelse</li> <li>• Statuskontrol: Ingen synlig inhomogenitet</li> </ul>	x	x	
Artefakter 5.6 Alle modaliteter: Ingen indflydelse på diagnostikken	x	x	
Visuel test 5.7 Alle modaliteter: Evaluering opfyldt	x	x	Kvartalsvis
Rengøring 7.2 Alle modaliteter: Skal udføres			Før hver kontrol. Ugentligt anbefales
Information fra Tabel 2	x		

#### Oversigtstabel over kontroller

## 3 Definition og klasseinddeling af monitorer

### 3.1.1 Definition

Diagnostiske monitorer defineres som monitorer, der anvendes til billeddiagnostik inden for det radiologiske område, hvor der træffes en beslutning ud fra det betragtede, og at dette har en aktiv eller passiv konsekvens.

Diagnosen og/eller beslutningen skal protokolleres som beskrivelse eller i journal.

Denne vejledning omfatter ikke kliniske visningsmonitorer eller lukkede systemer, der kontrolleres på anden vis. Et lukket system betragtes som en samlet enhed og testes i anden sammenhæng, som f.eks. en mobil gennemlyser. Se værd at vide afsnit 7.5

### 3.1.2 Formål

Da diagnostiske monitorer anvendes i forskellige sammenhænge, er det hensigtsmæssigt at der stilles forskellige krav i forhold til anvendelsen.

### 3.1.3 Anbefalinger

Monitorerne deles op i følgende typer<sup>1</sup>:

Diagnostik:

- Mammografi
- Konventionel røntgen, inklusive kiropraktorer og større dentalrøntgenanlæg
- Anden diagnostik: Øvrig medicinsk røntgen som f.eks. interventionsradiologi, CT, intraoral dental røntgen, samt billeddannende modaliteter som MR, ultralyd og nuklearmedicin

---

<sup>1</sup> Som det fremgår af indledningen, gælder denne vejledning for medicinsk røntgen. Klasseinddelingen for andre områder som f.eks. dental brug er kun vejledende.



**Tabel 2**

Anvendelse:	Mammografi	Konventionel røntgen	Anden diagnostik og interventionsrad.
Opløsning <sup>2</sup>	<b>Anbefalet</b> 5 Mp	<b>Anbefalet</b> 3 Mp	<b>Anbefalet</b> 2 Mp
Indstillet kalibreret lystæthed (luminans) <sup>3</sup> $L_{maks}$ [cd/m <sup>2</sup> ]	<b>Anbefalet</b> 450	<b>Anbefalet</b> 400	<b>Anbefalet</b> 400
Gråtoner i monitor og grafikkort (bitdybde) [bits] <sup>4</sup>	<b>Anbefalet</b> 10	<b>Anbefalet</b> 10	<b>Anbefalet</b> 10
Indbygget LUT <sup>5</sup>	Ja	Ja	Ja
Interface (kabel og grafikkort)	Modsvare behov	Modsvare behov	Modsvare behov

**Inddeling af Diagnostiske monitorer efter brug med tilhørende specifikationskrav og anbefalinger**

<sup>2</sup> Ved 'Modsvare behov' menes, at billedet kan vises i fuld opløsning (1:1 pixel), mens anbefalet dækker over hvad arbejdsgruppen finder er den typiske tilstrækkelige oplysning for udstyr i skrivende stund.

<sup>3</sup> Se vejledningens tilhørende regneark under fanen 'Beregning af Kontrastforhold' til hjælp til at beregne den nødvendige lystæthed.

<sup>4</sup> Det menneskelige øje kan opfatte hvad der svarer til ca. 10 bit.

Digit Imaging. 2007 Dec; 20(4): 422–432. Increasing the Number of Gray Shades in Medical Display Systems—How Much is Enough?; Barten PGJ: Physical model for contrast sensitivity of the human eye. Proc SPIE Int Soc Opt Eng 1666:57Y72, 1992; Barten PGJ: Contrast Sensitivity of the Human Eye and Its Effects on Image Quality. Bellingham, WA: SPIE Press, 1999

Vær opmærksom på, at PACS-systemet kan have ned til 8 bits dybde og dermed sætter en begrænsning ift. til monitorens bitdybde, men at den endelige bitdybdeoplevelse kan forbedres af bl.a. grafikkortets og LUT'ens bitdybde Disse forhold kan typisk findes uddybet i forhandlerens materiale.

<sup>5</sup> Monitoren skal have en LUT som overholder DICOM GSDF-standarden

## 4 Forudsætninger for brug af monitor

### 4.1 Tabsfri lagring og overførsel af billeder

Det kræves at billeder lagres og transmitteres uden væsentlig tab af information.

Billedet vil typisk blive taget med en meget større bitdybde end hvad der kan vises på en skærm. Man skal være opmærksom på de enkelte dele, der har indflydelse på bitdybden såsom: PACS, grafikkort, LUT og monitor.

### 4.2 Adgang til kontroller

Alle resultater af alle monitoren's kontroller skal protokolleres på en ordnet og systematisk måde og skal kunne fremvises på forlangende.

Der bør til brug for telemedicinsk kommunikation udarbejdes lokale instrukser og retningslinjer, der sikrer patienterne en forsvarlig undersøgelse og behandling. Virksomheden (offentligt eller privat hospital, klinik, sundhedsperson m.v.), der har ansvaret for undersøgelsen og/eller behandlingen af patienten, skal kunne dokumentere, at beskrivelser og det tekniske grundlag, de bliver afgivet på, lever op til de danske krav, uanset hvor de faktisk udføres.

Dokumentationen skal altså følge strålekilden og SIS kan bede om kontroller for monitorer, der befinder sig uden for den matrikel, hvor undersøgelsen optages.<sup>6</sup>

### 4.3 Registrering af monitoren

Det skal for enhver bruger af en diagnostisk monitor være muligt at finde oplysninger om hvorvidt den kan anvendes til formålet.

---

<sup>6</sup> For uddybning se afsnit 7 om telemedicin ift. Autorisationsloven i Sundhedsstyrelsens notat vedr. radiologi af 14. december 2011; j.nr. 7-207-01-26/1/HRA <https://stps.dk/~media/168462BD80D74B1482AF34F4956F7BB8.ashx>

## 5 Udførelse af kontroller

Til hver kontrol er der en indtastningsfane i det tilhørende regneark.

### 5.1 Betragtningforhold

#### 5.1.1 Formål

At sikre, at betragtningforholdene er tilstrækkelige for at diagnosticeringen kan foregå forsvarligt.

Figur 1



Måling af belysningsstyrke i monitorens centrum med Illuminansmåler

#### 5.1.2 Udstyr

Illuminansmåler

#### 5.1.3 Metode

- Betragtningrummet indrettes til betragtningforhold (5.1.5).
- Rengør skærmen iht. afsnit 7.2
- Monitoren slukkes og der måles indfaldent lys/belysningsstyrke til centrum af skærmen (Se figur 1)
- Belysningsstyrke kontrolleres ift. de anbefalede værdier:

#### 5.1.4 Tolerancer

Anbefalet maksimalt belysningsstyrke:

- Mammografi 10 lx
- Alle andre modaliteter 50 lx

Bemærk, hvis kontrastforholdet i 5.2 er overholdt, så kan man acceptere mere rumbelysning end de anbefalede værdier.

#### **5.1.5 Anbefalinger vedr. betragtningsforhold:**

Det anbefales at afstanden fra øje til betragtningskærm er mindst 50 cm. Diagnostikmonitører skal placeres, så der ikke opstår uønskede reflekser på betragtningsfladen. Gulv, vægge og lofter og bordplader skal have matte overflader, ligesom tavler, spejle eller andre glatte, lyse overflader bør undgås i et beskrivelsesmiljø.

Alle diagnostikmonitører skal placeres væk fra vinduespartier, så modlys herfra undgås. Hvis ikke dette er muligt, skal der etableres lysdæmpende foranstaltninger, så de anbefalede illuminanskrav kan opnås under alle forhold, f.eks. ved hjælp af gardiner, skodder eller lignende, der kan dæmpe lyset.

Arbejdspladsen må ikke forstyrres af refleksioner fra andre nærliggende arbejdspladser. Har man et beskrivelsesmiljø med flere arbejdspladser, kan man evt. vælge en løsning, hvor monitorerne står ryg mod ryg.

Der anbefales et indirekte belysningsystem uden synlige lyskilder, så man får en jævn belysningsflade i rummet, f.eks. skærmede lysarmaturer eller opadrettet belysning.

Eventuelle bordlamper skal være forsynet med lysdæmper så refleksioner herfra ned mod bordpladen kan reduceres til et minimum.

#### **5.1.6 Interval**

Ved modtagelse eller ændring af de betragtningsmæssige forhold dog minimum årligt.

## 5.2 Kontrastforhold

### 5.2.1 Formål

At sikre, at monitorens kontrastdynamik er tilstrækkelig.

### 5.2.2 Udstyr

- Testbillederne TG18-LN12-01 og TG18-LN12-18, SMPTE-133 eller tilsvarende.
- 12 bit-versioner bruges som udgangspunkt for ikke at forringe billedkæden. Se afsnit 6.1.
- Luminansmåler

### 5.2.3 Metode

Bemærk, at målingerne til dette afsnit fås, hvis man måler kontrastresponskurven (GSDF) 5.3 manuelt.

- Betragtningssrummet indrettes til betragtningssforhold (se afsnit 5.1.5).
- Rengør skærmen iht. afsnit 7.2
- Mål lystæthed i det sorte og det hvide felt på testbillederne hhv. med ( $L'$ ) og uden ( $L$ ) omgivelseslyset ( $L_{amb}$ ). Se afsnit 6.2.

### 5.2.4 Evaluering

Forholdet mellem lystæthed med bidrag af omgivelseslys for hvid (maks) og sort (min) og forholdet mellem lystæthed for sort uden omgivelseslys ift. omgivelseslyset evalueres.

### 5.2.5 Tolerancer

$L'_{maks}/L'_{min} \geq 250$  og

$L_{min} \geq 1,5 \cdot L_{amb}$

### 5.2.6 Interval

Ved modtagelse eller efter reparation. Dog minimum årligt.

## 5.3 Kontrastresponskurve (GSDF)

### 5.3.1 Formål

Kontrollen skal sikre, at gråtoneskalaens lystæthed- (luminans) og kontrastforløb følger DICOM 3.14-standarden.

Dette er en alternativ manuel metode, hvis man ikke har adgang til automatisk kontrol af kontrastresponskurven (grayscale standard display function, GSDF).

### 5.3.2 Udstyr

- Testbilleder til kontrol af gråtoneskala: SMPTE-133, TG18-LN12-1 til TG18-LN12-18 eller tilsvarende. Testbilledet skal indeholde minimum 10 målepunkter herunder helt sort og helt hvidt
- 12 bit-versioner bruges som udgangspunkt for ikke at forringe billedkæden
- Luminansmåler: Ekstern til modtagekontrol, ekstern eller indbygget til statuskontrol, se afsnit 7.1

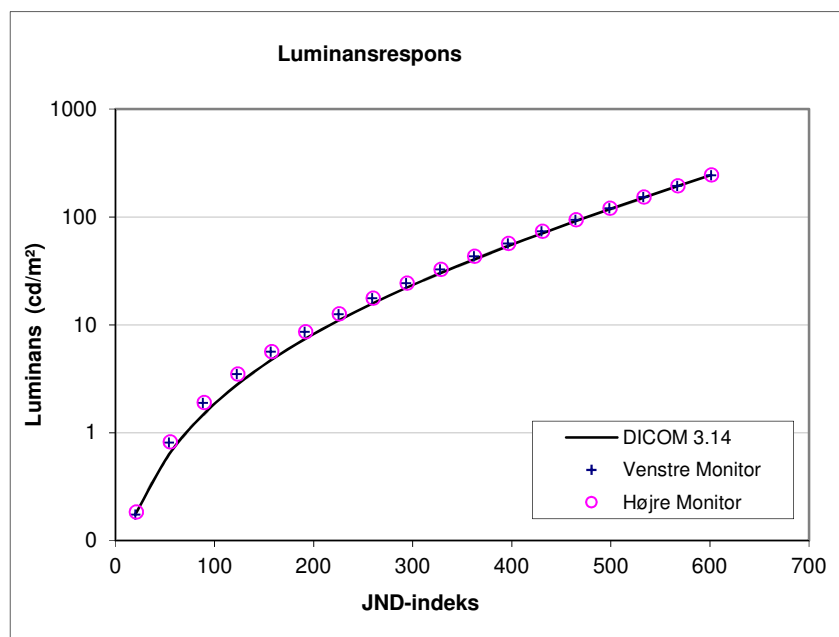
### 5.3.3 Metode

- Betragtningrummet indrettes til betagtningsforhold (se afsnit 5.1.4).
- Rengør skærmen iht. afsnit 7.2
- Lystætheden  $L'_i$ , måles centralt i hvert af testbilledets  $i$  gråtoner, og noteres: Se afsnit 6.2 for hvordan målingen kan udføres
- For manuelt plot af lystæthed samt kontrastresponskurve, se afsnit 6.3

### 5.3.4 Evaluering

$L'_i$  plottes mod den  $i$ 'te gråtone  $J_i$ , hvorved man nu får en række målepunkter, der viser *luminansresponskurven*. Værdierne er valgt ud fra et JND-princip om at kunne skelne gråtoner. Se afsnit 6.3.

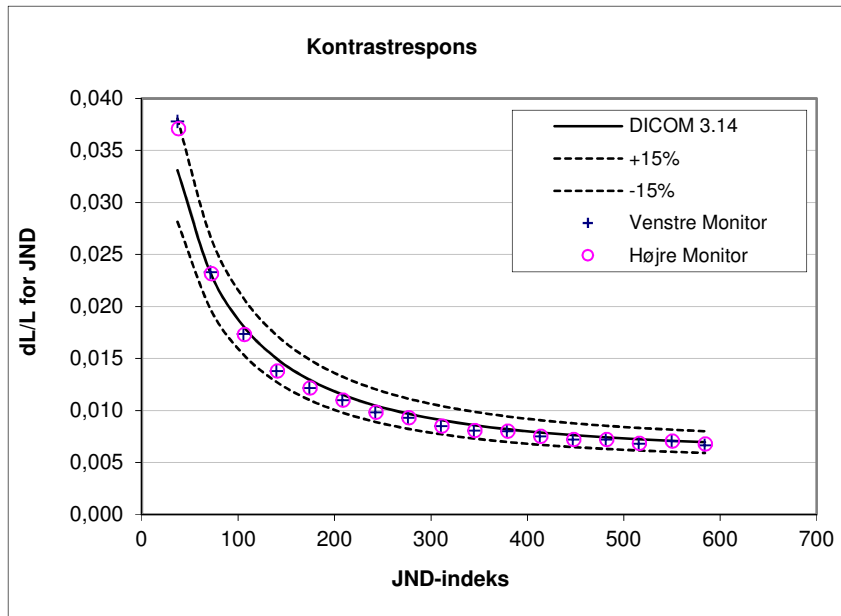
Figur 2



## Luminansresponskurve

Ud fra *luminansresponskurvens* hældning fås *kontrastresponskurven*:

Figur 3



## Kontrastresponskurve

### 5.3.5 Tolerancer

Maksimal afvigelse ift. kontrastresponskurven:

- Mammografi og konventionel røntgen  $\pm 15 \%$
- Anden diagnostik  $\pm 20 \%$

### 5.3.6 Interval

Ved modtagelse eller efter reparation. Dog minimum årligt.

## 5.4 Forskel mellem monitorer ( $L_{maks}$ )

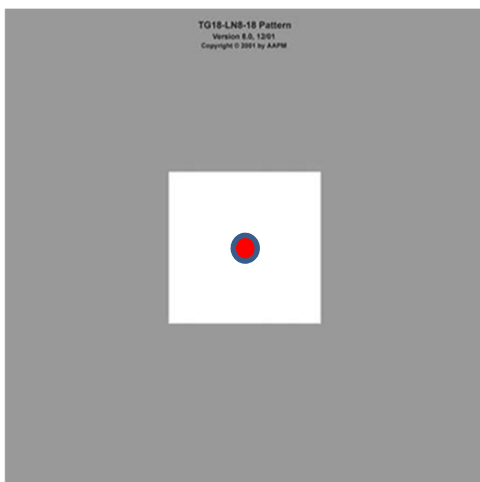
### 5.4.1 Formål

Sikre at monitorerne har tilstrækkelig lystæthed (luminans) samt, ved anvendelse af flere monitorer i samme opstilling, at de er tilstrækkeligt ensartede.

### 5.4.2 Udstyr

- Testbillede: TG18-LN12-18 ,SMPTE-133, eller tilsvarende (Se figur 4 og 8)
- Luminansmåler

Figur 4



TG18-LN12-18 med indsat rød prik, hvor målingen skal foretages.

### 5.4.3 Metode

- Betragtningssrummet indrettes til betragtningssforhold (se afsnit 5.1.5).
- Rengør skærmen iht. afsnit 7.2
- Kontrollér at skærmene har samme indstillede lystæthed for hvid ( $L_{maks}$ )
- Mål værdien i det hvide felt

Kan med fordel udføres/aflæses fra 5.3 Kontrastresponskurve (GSDF) eller 5.2 Kontrastforhold

### 5.4.4 Evaluering

De målte værdier for hvid sammenlignes. Ved mere end to monitorer anvendes kun den højeste og den laveste værdi.

### 5.4.5 Tolerancer

$$\frac{L_{\text{målt,højeste}} - L_{\text{målt,laveste}}}{L_{\text{målt,laveste}}} \cdot 100\% \leq 10\%$$

### 5.4.6 Interval

Ved modtagelse eller efter reparation. Dog minimum årligt.



## 5.5 Homogenitet

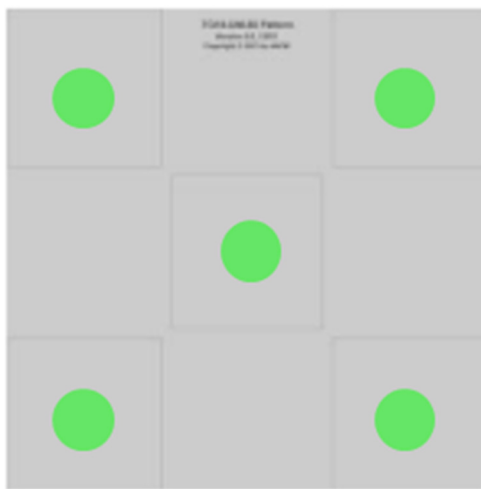
### 5.5.1 Formål

Kontrollen skal sikre, at monitoren fremviser et homogent (ensartet) billede.

### 5.5.2 Udstyr

- Testbilleder: TG18-UNL80 til modtagekontrol, TG18-UN80 til statuskontrol
- 12 bit-versioner bruges som udgangspunkt for ikke at forringe billedkæden
- Luminansmåler

Figur 5



TG18-UNL80 med indsatte grønne prikker, hvor målingerne skal foretages

### 5.5.3 Metode

- Betragtningssrummet indrettes til betragtningssforhold (se afsnit 5.1.5).
- Rengør skærmen iht. afsnit 7.2
- Ved modtagekontrol:  
Lystætheden,  $L_i$ , ekskluderende det diffuse lys fra omgivelserne måles centralt samt i hvert af monitorens hjørner. Både metode 1 og 2 kan anvendes som beskrevet i afsnit 6.2
- Ved statuskontrol:  
Billedet vurderes visuelt. Ved tvivl, om billedet kan accepteres som homogent eller ikke, anvendes metode for modtagekontrol

### 5.5.4 Evaluering

Ved modtagekontrol beregnes den maksimale luminansafvigelse i procent ud fra målingen med hhv. højest og lavest lystæthed.

### 5.5.5 Tolerancer

- Statuskontrol: Ingen synlig inhomogenitet
- Modtagekontrol:

$$\frac{L_{\text{målt,højeste}} - L_{\text{målt,laveste}}}{L_{\text{målt,laveste}}} \cdot 100\% \leq 15 \%$$

### 5.5.6 Interval

Ved modtagelse eller efter reparation. Dog minimum årligt.

## 5.6 Artefakter

### 5.6.1 Formål

Sikre at monitoren ikke har pixelfejl eller andre fejl, der har indflydelse på diagnostikken.

### 5.6.2 Udstyr

- Testbillederne TG18-UN10 og TG18-UN80, eller tilsvarende.
- Evt. forstørrelsesglas

Figur 6



### 5.6.3 Metode

- Testbillederne TG18-UN10 og TG18-UN80 benyttes til en visuel test til hhv. sorte/døde og lysende/farvede subpixler
- Betragtningssrummet indrettes til betragtningssforhold (se afsnit 5.1.5)
- Rengør skærmen iht. afsnit 7.2
- Kontrollér om der findes defekte pixler, såsom: lysende, mørke (døde) eller på anden måde ødelagte pixler, samt øvrige fejl.
- For at kunne bestemme pixelfejlen, samt undgå at mistolke et fremmedlegeme (støvkorn el. lign.) som en pixelfejl, kan et forstørrelsesglas med fordel benyttes ved inspektion

### 5.6.4 Tolerancer

Ved pixelfejl som har indflydelse på diagnostikken, skal monitoren kasseres. Se 7.4.9.

### 5.6.5 Interval

Ved modtagelse eller efter reparation. Dog minimum årligt.

## 5.7 Visuel test

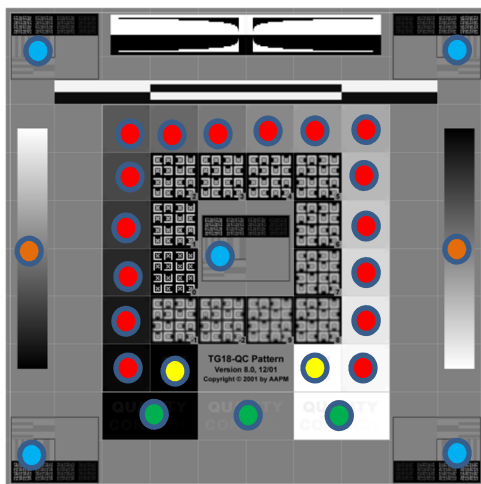
### 5.7.1 Formål

Gennemførelse af en visuel test på diagnostiske monitorer.

### 5.7.2 Udstyr

- Testbilledet TG 18-QC, TG 18-OIQ eller tilsvarende.
- 12 bit-versioner bruges som udgangspunkt for ikke at forringe billedkæden

Figur 7



TG 18-QC med markerede målepunkter

### 5.7.3 Metode

- Betragtningssrummet indrettes til betragtningssforhold (se afsnit 5.1.5)
- Rengør skærmen iht. afsnit 7.2
- Testbilledet benyttes til en visuel test

### 5.7.4 Evaluering

Følgende evalueres:

- Om testbilledet generelt fremstår OK uden uregelmæssigheder eller artefakter
- Om alle kanter og linjer er synlige
- Om testbilledet er centreret i det aktive område på skærmen
- Om gråtoneramper fremstår kontinuerlige og uden konturkanter (orange prikker)
- Om linjeparmønstrene i centrum og i hjørnerne af testbilledet er synlige (blå prikker)
- Om 5 % og 95 % firkanterne er synlige og om det er muligt at se en lille firkant indeni den store firkant (gule prikker)
- Om alle 16 luminansfelter er mulige at adskille, samt om man kan se de små firkanter i hjørnerne af luminansfelterne (røde prikker)
- Om det er muligt at skelne lavkontrastteksten "Quality Control" fra baggrunden i alle tre felter (grønne prikker)

### 5.7.5 Tolerancer

Punkter under "Evaluering" skal opfyldes.

### 5.7.6 Interval

Kvartalsvist ved konstanskontrol.

## 6 Teknisk uddybning af kontrollerne

Alle metoderne i denne vejledning til udførelse af kontroller er inspireret af de i litteraturlisten angivne internationale anbefalinger. I mange tilfælde har litteraturen ikke givet en anbefaling af, hvor ofte kontrollen bør udføres, her har gruppen selv måttet angive et kvalificeret bud. Ligeledes har gruppen ved visse kontroller valgt en lavere frekvens for udførsel på baggrund af egen erfaring og set i lyset af, at anbefalingerne kan være af ældre dato. Efter samme ræsonnement er visse anbefalede kontroller udeladt.

Hvor anbefalingerne angiver forskellige metoder til udførelse af kontroller har gruppen måtte vælge, hvad den fandt bedst egnet.

### 6.1 Beskrivelse af anvendte testbilleder

I vejledningen bruges testbilleder som findes via AAPM, der kan muligvis findes andre testbilleder, der opfylder vejledningens formål.

Man skal altid sikre sig at testbillederne passer til monitoren så billedets opløsning passer til monitorens opløsning (én til én pixel). Dette gælder kun for SMPTE-133, TG18-QC og TG18-OIQ, da de øvrige testbilleder udelukkende har til formål at vise enkelte luminansfelter/homogenitet.

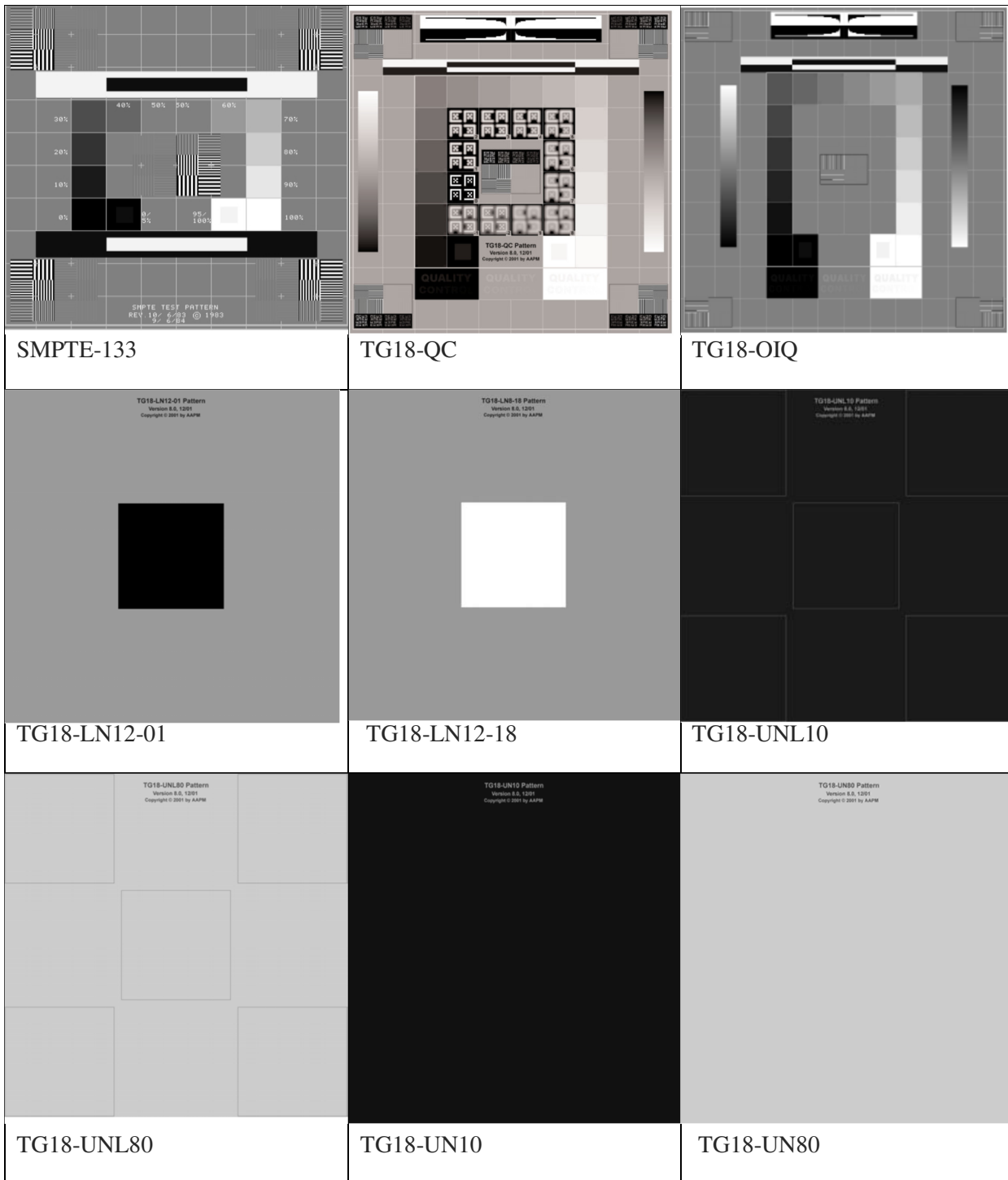
I nedenstående figur 8 er vist nogle af de i kontrollerne foreslåede testbilleder.

12 bit-versioner bruges som udgangspunkt for ikke at forringe billedkæden.

Bemærk, AAPMs DICOM og 16 bit-TIFF-billeder indeholder begge 12 bit gråtoner.

Et gyldigt link til AAPMs TG18-side, hvor testbillederne kan hentes, er indsat i denne vejlednings tilhørende regneark.

Figur 8



Testbilleder

## 6.2 Måling af lystæthed (luminans)

Lystætheden,  $L'$ , er lystætheden,  $L$ , indeholdende den diffuse lysrefleksion fra omgivelserne,  $L_{amb}$ :

$$L' = L + L_{amb}$$

I det følgende beskrives tre metoder til at bestemme lystætheden,  $L'$  til kontrastresponskurven (afsnit 6.3). Kontrastresponskurven ligger til grund for nogle af kontrollerne i afsnit 5.

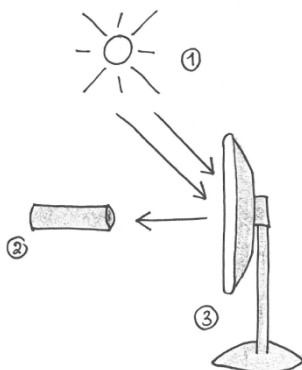
Ligeledes indgår lystætheden i kontrastforholdet, som skal vurderes i 5.2.5. I regnearket findes fanen, 'Beregning af Kontrastforhold, der anskueliggør, hvordan kontrastforholdet ændres som funktion af parametrene, som måles i de følgende afsnit.

### 6.2.1 Metode 1: Teleskopisk

Lystætheden,  $L'$ , måles direkte med *teleskopisk luminansmåler*. I denne måling er både  $L$  og  $L_{amb}$  således samlet i en måling. Endvidere kan  $L_{amb}$  måles direkte ved at rette den teleskopiske lysmåler mod den slukkede skærm.

Teleskopmåleren skal rettes vinkelret mod monitoren. Se figur 9.

Figur 9



Måling af lystæthed  $L'$  og  $L_{amb}$  med teleskopisk lysmåler

### 6.2.2 Metode 2: Near-range

Lystætheden,  $L$ , måles med en *near-range luminansmåler* direkte på monitoren. Se figur 10.

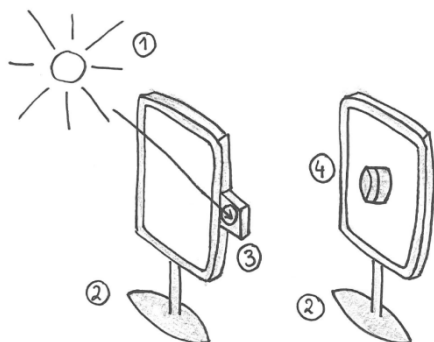
Dertil beregnes omgivelseslysets refleksion på en slukket skærm,  $L_{amb}$ , ud fra en måling af belysningsstyrken,  $E$ , med ekstern sensor og kendskab til refleksionskoefficienten,  $R_d$ :

$$L_{amb} = R_d \cdot E$$

Refleksionskoefficient  $R_d$ , kan oplyses af monitorens producent. Refleksionskoefficienten ligger i et bredt spænd – typisk mellem 0,001 og 0,02.



Figur 10



Måling af lystæthed med near-range luminansmåler. 3: er illuminansmåler,  $E$  og 4: er luminansmåler,  $L$

### 6.2.3 Metode 3: Integreret

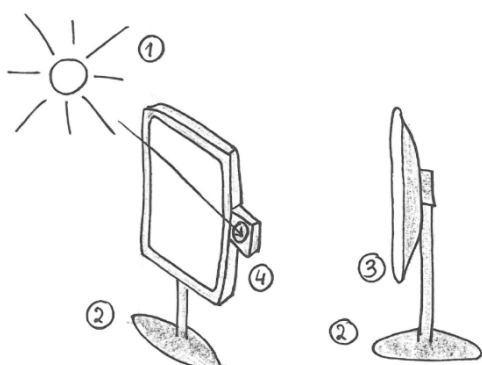
Lystætheden,  $L$ , måles med en *integreret luminansmåler*.

Dertil beregnes omgivelseslysets refleksion på en slukket skærm,  $L_{amb}$ , ud fra en måling af belysningsstyrken,  $E$ , med ekstern sensor og kendskab til refleksionskoefficienten,  $R_d$ :

$$L_{amb} = R_d \cdot E$$

Refleksionskoefficient  $R_d$ , kan oplyses af monitoren fabrikant. Refleksionskoefficienten ligger i et bredt spænd – typisk mellem 0,001 og 0,02. Se figur 11.

Figur 11



Måling af lystæthed med integreret luminansmåler. 3: er den integrerede luminansmåler,  $L$  og 4: er ekstern illuminansmåler,  $E$

## 6.3 Kontrastresponskurve

De foreslåede testbilleder i 5.3.2 som er uddybet i 6.1 har 18 gråtoner, der skal måles.

Udregn til hver målt lystæthed  $L'_i$  den tilhørende netop identificerbare gråtoneværdi  $J_i$  efter følgende formel:

$$J_i = J_{\min} + P_i \Delta J / \Delta P$$

hvor  $i$  løber over antallet af testbilledets gråtoner.

Bestem ud fra de målte værdier af  $L'_{\min}$  og  $L'_{\max}$  fra hhv. TG18-LN12-1 og TG18-LN12-18 de tilhørende værdier af  $L_{\min}$  og  $L_{\max}$  ud fra tabelopslag (Tabel B-1, DICOM part 14).

$$\text{Udregn } \Delta J = J_{\max} - J_{\min}$$

$P_i$  er det digitale input til systemet fra det centrale felt i det  $i$ 'te testbillede, der starter med  $P_{\min} = 0$  for TG18-LN12-1 og slutter med  $P_{\max} = 4080$  for TG18-LN12-18 (3.2.2.2 TG18-LN Patterns, AAPM Report 03). Derved bliver  $\Delta P = P_{\max} - P_{\min} = 4080$ .

For yderligere vurdering af overensstemmelsen med GSDF, plottes kontrastresponskurven udtrykt ved hældningen af den målte luminansresponskurve i hvert målepunkt  $L'_i$ . Til evaluering plottes tilsvarende kontrastresponskurven for GSDF target-luminansresponskurven, samt hhv. 10 og 20 % tolerancekurver ud fra denne.

GSDF er defineret, så forskellen i lystæthed mellem to fortløbende værdier svarer til forskellen forudsagt af Barten-modellen. Værdierne er valgt ud fra et JND-kriterium, så man netop kan skelne en forskel i lystæthed mellem de to værdier<sup>7</sup>. Se fig. 3.

Beregning af hældning dvs. kontrasten i det  $i$ 'te målepunkt  $\delta_i$ , samt den tilsvarende for GSDF-kurven  $\delta_i^d$ , sker ved følgende udregninger:

$$\delta_i = \frac{2(L'_i - L'_{i-1})}{(L'_i + L'_{i-1})(J_i - J_{i-1})}$$
$$\delta_i^d = \frac{2(L_i^d - L_{i-1}^d)}{(L_i^d + L_{i-1}^d)(J_i - J_{i-1})}$$

Et eksempel på hvordan plottet opstilles findes i det tilhørende regneark.

---

<sup>7</sup> AAPM TG-18 afsnit 4.3.1.

## 7 Værd at vide

### 7.1 Kalibrering af sensorer

Man skal sikre sig, at ens udstyr er kalibreret. Det gælder såvel interne – som eksterne sensorer.

Monitoren kan være født med en backlight- eller frontsensor der fra producentens side er kalibreret.

Bemærk, det er ikke alle producenter der anbefaler kalibrering med ekstern sensor. Derfor vil ændringer og re-kalibrering af den indbyggede sensor være låst for brugere af monitoren, såvel for QA ansvarlige. Men man skal dog stadig sikre sig, at sensoren fungerer korrekt.

#### 7.1.1 Frontsensor:

Der findes mange forskellige typer af frontsensorer. Afhængig af producent har de forskellige funktioner og sidder på forskellige måder. Derfor er det svært at lave en generalisering af frontsensorer.

Nogle sensorer sidder fastmonteret, mens andre svinger ned ved behov. Nogle sensorer sidder på fronten af panelet og andre bruger spejle og sidder derfor bag ved panelet.

Sensoren kan være af forskellige producent og kvalitet.

Nogle sensorer kan kun måle gråtoner, mens andre kan måle både gråtoner og farve. Frontsensorer kan ud over kalibreringsfunktion også bruges til andre formål:

- Luminansmåling
- Gråtonemålinger i henhold til DICOM Conformance
- Luminansstabilisering
- Ændring af farvetemperaturer

#### 7.1.2 Backlightsensor:

Nogle monitorer benytter backlightsensorer.

Backlightsensoren kan bruges til kalibrering og stabilisering af lystæthed/luminansen. Dog er flere forhold at medtage i beregningerne når man ser på målinger med backlightsensor, da den ikke tager højde for ændring af lysets karakteristika gennem panelets struktur.

## 7.2 Rengøring

Monitoren skal i forbindelse med rengøring betragtes både tændt og slukket.

Monitorer rengøres som minimum før hver test. Hyppigere rengøring viser sig ofte at være nødvendig og ugentlig rengøring anbefales.

Ved rengøring bør skærmen kontrolleres for ridser, fingeraftryk, støv, pletter, blækklatter, tor-denfluer bag glas, mv.

Vær opmærksom på at glycerinholdige rengøringsmidler ikke er velegnede samt ikke at bruge klude eller andet materiale, der kan ridse monitoren.

Rengøring bør ske i henhold til fabrikantens anbefaling – typisk med brilleklud og glasrens.

### 7.3 Arbejde i beskriverrum

Ifølge Arbejdsministeriets bekendtgørelse nr. 96 af 13. februar 2001 (Bekendtgørelse om faste arbejdssteders indretning) § 25 styk 4 kan krav om vinduer i beskriverrum fraviges helt, da arbejdet heri er af en art, der normalt ikke tillader dagslys.

Arbejdsgiveren kan dog søge at efterkomme reglerne om dagslys i det omfang det er muligt ved f.eks. i tilstrækkelig grad at dæmpe lyset med afskærmning lokalt omkring monitorerne eller ved at bruge skærme med ekstra kraftig bagbelysning under forudsætning af kontrastforholdene i denne vejledning er overholdt (se afsnit 5.2.5).

### 7.4 Gode råd ved køb af en diagnostisk monitor

#### 7.4.1 Indledning

Denne anbefaling er tænkt som en hjælp til at definere hvad en diagnostisk monitor skal kunne. Heri beskrives nogle af de tekniske krav der kan stilles til en monitor, for at sikre sig, at det viste billede er i overensstemmelse med det billede, der er taget via modaliteten.

Der er mange forhold at tage hensyn til når den diagnostiske monitor skal vælges, f.eks.

- Hvilke billeder skal monitoren bruges til
- Hvordan er arbejdsforholdene, omgivelseslys, genskin fra hvid bagvæg osv.
- Farve- eller sort/hvid-skærm
- Betragtningsvinkler
- Den maksimale GSDF-kalibrerede lystæthed
- Kontrast
- Refleksionskoefficient (så lav som mulig)
- Antal pixler
- Medfølgende QA-software indeholdende testbilleder i monitorens opløsning og bitdybde i hensigtsmæssigt format ift. modaliteter, f.eks. 4:3 eller 5:4
- Enkelt – eller dobbeltskærm
- Kalibreringsfunktioner
- Kvalitetssikring
- Brændetimer ved ønsket luminans
- Garanti

#### 7.4.2 Monitoropløsning og -format

Opløsningen beskrives som antal pixler i monitoren. F.eks. vil en 1.280 x 1.024 monitor være lig 1.310.720 pixler, som typisk forkortes, så den vil blive betegnet som en 1,3 Mp-monitor.

Nyere hybridmonitører giver mulighed for at dele skærmen op, så den kan bruges til at se to separate billeder på samme monitor.

Opløsningen er typisk tilpasset, så det passer med 2 skærme i portræt f.eks. 6 Mp med opløsning 3280 x 2048 pixler eller 2 billeder á 1640 x 2048 pixler. Formatet stiller typisk krav til den software, der anvendes. Vær derfor opmærksom på anvendelige formater.

Følgende er eksempler på standard 4:3- og 5:4-formater:

SXGA	– 1.280 x 1.024 – 5:4-format = 1,3 Mp
UXGA	– 1.600 x 1.200 – 4:3-format = 2 Mp
QXGA	– 2.048 x 1.536 – 4:3-format = 3 Mp
QSXGA	– 2.560 x 2.048 – 5:4-format = 5 Mp

Skærmopløsning skal passe til det pågældende system eller software. Krav om høj skærmopløsning kan betyde uønsket skalering af billedet.

##### 7.4.2.1 Portræt eller landskab?

Monitørens fod har i visse tilfælde en pivotfunktion så den kan roteres. Monitoren kan så positioneres i portræt- eller i landskabsformat. Det installerede grafikkort skal derfor understøtte opløsningen for både portræt- og landskabsformat. Nogle monitører har en indbygget sensor, der automatisk sørger for at tilpasse billedet til skærmens position.

#### 7.4.3 Lystæthed

Lystæthed, eller luminans, er et udtryk for hvor meget lys monitoren kan afgive pr. areal. Lystæthed måles i cd/m<sup>2</sup>.

Til diagnostiske monitører er det vigtigt at skærmen kan yde så høj en luminans som muligt.

Anbefalede værdier for lystætheden er opgivet i Tabel 2.

##### 7.4.3.1 Stabilitet

Hvis den diagnostiske monitor er kalibreret til en fast lystæthed, er det vigtigt at kunne fastholde denne indstilling. Det kan den, hvis den har installeret et kredsløb til stabilisering af luminansen og dertil har kapacitet til at kunne yde det ønskede niveau.

##### 7.4.3.2 Opstart

Ved opstart af monitoren vil et luminansstabiliseringskredsløb også sørge for at skærmen indenfor meget kort tid (fra få sekunder til minutter) får monitørens lyskilde til at nå det ønskede niveau. Denne opstartstid er med til, at monitoren øjeblikkeligt kan bruges til diagnostik.

### 7.4.3.3 Anbefalinger

Det kan være hensigtsmæssigt at få leverandøren til at garantere, at den anbefalede indstillede lystæthed kan opretholdes i et foruddefineret antal tændte timer. Ligeledes bør der være et kredsløb til stabilisering af lystætheden.

### 7.4.4 Kontrast

Kontrast spiller en meget stor rolle for antallet af visuelle gråtoneforskelle, JND (just noticeable differences).

Kontrasten er afhængig af monitorens maksimale- og minimale lystæthed (luminans), bidraget fra omgivelseslyset (belysningsstyrke/illuminans) samt monitorens reflektionskoefficient.

For at finde kontrasten skal man kende forholdet mellem den målte luminansværdi for hvid ( $L'_{maks}$ ) og den målte værdi for sort ( $L'_{min}$ ). Begge værdier er inklusiv bidrag fra omgivelseslyset, kaldet belysningsstyrken, og reflektionskoefficienten (se tilhørende regneark, der kan anskueliggøre parametrene indflydelse på kontrasten).

Flere ting kan påvirke kontrasten. Mest iøjnefaldende er omgivelseslyset, som reflekteres på skærmen. Monitorens reflektionskoefficient ( $R_d$ ) vil være et udtryk for, hvor meget af omgivelseslyset, der reflekteres.

Belysningsstyrken ( $E$ ) måles i lux og har SI-enheden lx.

Vil man måle skærmens reflektionskoefficient,  $R_d$ , kan dette gøres ud fra omgivelseslysets refleksion på en slukket skærm og belysningsstyrken, se afsnit 6.2:

$$R_d = \frac{L_{amb}}{E}$$

#### 7.4.4.1 Anbefalinger

Så lav en reflektionskoefficient som muligt er ønskeligt, gerne under 0,005.

Anbefalede indstillingsværdier for belysningsstyrken:

- Mammografi < 10 lx
- Alle andre modaliteter < 50 lx.

Følgende luminansindstillinger for  $L_{maks}$  vil typisk opfylde ens formål:

- Mammografi 450 cd/m<sup>2</sup>
- Konventionel røntgen 400 cd/m<sup>2</sup>
- Alt øvrigt 400 cd/m<sup>2</sup>
- Ved disse værdier vil kravene til kontrastforhold og belysningsstyrken (afsnit 5.2.5) være opfyldt, hvis der f.eks. regnes med en typisk værdi for  $L_{min}$  på 0,6 cd/m<sup>2</sup>.

#### 7.4.4.2 Krav

Der er krav til kontrasten for diagnostiske monitorer. Se afsnittene 5.2 og 5.3.

#### 7.4.5 Betragtningvinkler

Betegnelsen er defineret som det maksimale vinkelspænd hvorfra man kan se billedet på skærmen og er derfor under 180°.

Det vurderes at betragtningvinklen for moderne monitorer ikke giver anledning til problemer.

Der bør dog være mulighed for at vinkle skærmene, så man opnår en god arbejdsstilling.

#### 7.4.6 Gråtoneniveau

##### 7.4.6.1 Look up table

En konventionel monitor har et vist antal gråtoner, kaldet bitdybden. Det kan f.eks. være 8 bit =  $2^8 = 256$  gråtoner (fra 0 – 255, hvor 0 = sort og 255 = hvid).

Monitoren kan dertil have en Look up table (LUT) til yderligere at reproducere gråtoner. Den indbyggede LUT vil typisk være 1 til 2 bit større afhængig af skærmproducent. De ekstra bit giver et mere nuanceret gråtoneniveau som ofte vil være kendetegnet ved en bedre gråtoneovergang ved 1:1-gråtone-testbilleder som f.eks. TG18-OIQ.

##### 7.4.6.2 anbefalinger

En diagnostisk monitor bør mindst have 10 bit gråtoner = 1024 gråtoner

##### 7.4.6.3 Krav

Der er krav til diagnostiske monitorer om at have LUT. Se tabel 2 kolonne 3

#### 7.4.7 Homogenitet

Homogenitet eller billedensartethed er monitorens evne til at vise samme lystæthed (luminans) og kontrast over hele skærmen.

Nutidens diagnostiske monitorer vil have en høj ensartethed. Flere nyere monitorer har indbygget teknologi og algoritmer i monitoren til at kompensere uensartet luminans. Disse teknologier er medvirkende til at diagnostiske monitorer kan have højere ensartethed end konventionelle kontorskærme.

Hvis monitoren gør brug af en sensor monteret på fronten, vil måling af monitorens lystæthed også ske med denne. Ensartetheden er derfor afgørende for om denne måling er retvisende for hele skærmen.

##### 7.4.7.1 Krav

Se afsnit 5.5

#### 7.4.8 Kalibrering

Hvis den diagnostiske monitor ikke viser gråtonerne korrekt kan det være nødvendigt at kalibrere disse. Ved køb af en diagnostisk monitor bør der undersøges, hvordan monitoren kan kalibreres.

Kalibrering kan ske på mange forskellige måder, dog skal fællesnævneren være, at kalibrering af den diagnostiske monitor bør ske i henhold til DICOM GSDF.

Kalibrering kan ske ved hjælp af et softwareprogram og en ekstern – eller indbygget sensor i monitoren.

#### 7.4.8.1 Kalibrering til grafikkort

Nogle ældre diagnostiske monitører blev kalibreret ved at ændre grafikkortet. Hvis softwaren kun ændrer grafikkortet for at skærmen skal vise det rigtige billede, så vil en kalibrering skulle laves om, når monitøren flyttes til en anden computer eller hvis harddisken i computeren går i stykker.

#### 7.4.8.2 Kalibrering til monitor

Hvis monitøren har en indbygget LUT vil kalibrering med den af producentens anviste software kunne gemmes i monitøren.

#### 7.4.8.3 Kalibrering med ekstern sensor

Nogle producenter har udviklet en medfølgende kalibreringssoftware til kalibrering af den diagnostiske monitor. Denne software kan kræve en specifik sensor, anbefalet af producenten og denne eksterne sensor kan være til måling af lystæthed eller farver. Fælles for den eksterne sensor er at den måler luminansniveauet for gråtoner og laver en kalibreret kurve i henhold til GSDF.

#### 7.4.8.4 Kalibrering med indbygget sensor

Hvis monitøren kommer med en indbygget sensor til kalibrering, kan monitøren i visse tilfælde kalibrere sig selv - ellers skal den kalibreres med fast interval. Nogle indbyggede sensorer kan kun måle lys og andre har mulighed for at måle både lys og farver. Specielt ved ønske om farve-/gammaskift skal man være opmærksom på denne funktion.

#### 7.4.8.5 Ved kalibrering bør man have følgende værktøjer:

- Software til den specifikke monitor
- Ekstern eller indbygget sensor anbefalet af producenten
- Databehandling, som f.eks. vejledningens tilhørende regneark

### 7.4.9 Pixler

En pixel styres elektronisk af transistorer som bestemmer hvorvidt pixlen er tændt, delvis tændt eller slukket. På farvemonitører har hver pixel tre selvstændige under-pixler (hhv. for rød, grøn og blå) med hver deres transistor. Pixel fejl opstår ved at den tilhørende transistor fejler, ved enten at opretholde en konstant spænding eller ved at miste evnen til at opretholde en spænding. Det kan forekomme at et mindre antal af transistorerne er defekte hvilket resulterer i en klynge med fejl. Producenten kan henvise til monitørens ISO-klassificering ift. pixel fejl.

### 7.4.10 Farveskærme

En diagnostisk farveskærm giver ud over S/H-visning også mulighed for at vise farver. Den tilhørende farvevisning omtales også som gamma-, Kelvin- eller farvetemperatur. Farverne giver brugeren mulighed for at se billeder fra modaliteter som indeholder farve i optagelsen, f.eks. ultralyd eller PET/CT.

En forudsætning for en sammenligning af S/H- og farveskærme er at, bitdybde, kalibreret lystæthed og opløsning er på samme niveau.

Ved valg af en diagnostisk farveskærm, vil den typisk ved fabriksindstillingen være kalibreret til en bestemt farvetone fra producentens side. Denne indstilling er typisk den optimale i forhold til monitørens drift og levetid. Hvis farvetemperaturen ændres kan det have effekt på skærmens totale levetid, derfor bør der altid konsulteres med producenten inden et farve/gammaskift.



Kalibrering af farvetemperaturen er i bund og grund et valg om, monitoren skal gengive farven med en bestemt nuance. Nogle nuancer har et blødere udtryk som f.eks. blålig (bluebase) farve, mens andre, neutral (clearbase), kan virke kraftige og hårde. I sidste ende er det et spørgsmål om brugerpræferencer.

Med ældre analoge røntgenbilleder var det muligt at vælge mellem film med blålig, neutral eller brun nuance, kaldet base. Samme mulighed giver farveskærmen og ud fra et diagnostisk synspunkt vil alle farvenuancer vise det samme billede.

LCD-skærme er, i skrivende stund, som udgangspunkt kalibreret til 6500/7500 K som skal gengive hvid så naturligt som muligt, så man har et neutralt billede uden at nogen farver overstyrer.

Det er muligt at ændre farvetonen på en diagnostisk skærm ved kalibrering af skærmen til en anden farvetemperatur. Denne kalibrering skal udføres med en ekstern sensor, der understøtter farvekalibrering med DICOM GSDF.

## 7.5 Lukkede systemer

Disse kan testes på anden vis. Eksempelvis kan et gennemlysningsapparat testes med et fantom af Leeds-typen, hvor der indgår en simplificeret test af monitoren.

## 8 Bilag

Definitioner og begreber er sammenholdt med Gyldendals Den Store Danske.

### 8.1 Definition af fysiske parametre

Tabel 3

Forkortelse	Enhed	Definition	Forklaring
$E$	lx	$\text{lm}/\text{m}^2$	Indfaldent lys på monitoren: Illuminans/ belysningsstyrke. Måles i lux .
	lm	$\text{cd}\cdot\text{sr}$	Lumen. Måleenhed for lysstrøm.
	cd	$1/683 \text{ W}/\text{sr}$	Candela (effekt pr. steradian). Måleenhed for lysstyrke. Grundenhed i SI-systemet.
	sr	$\text{m}^2/\text{m}^2$	Steradian. Måleenhed for rumvinkel.
$J$			Gråtoneværdi.
$L$	$\text{cd}/\text{m}^2$		Luminans/lystæthed.
$L'$	$\text{cd}/\text{m}^2$	$L + L_{\text{amb}}$	Luminans/lystæthed med bidrag fra omgivelseslys.
$L_{\text{amb}}$	$\text{cd}/\text{m}^2$	$R_d \cdot E$	Omgivelseslysets refleksion på en slukket skærm.
$L_{\text{maks}}$	$\text{cd}/\text{m}^2$		Værdien for hvid uden bidrag fra omgivelseslys.
$L_{\text{min}}$	$\text{cd}/\text{m}^2$		Værdien for sort uden bidrag fra omgivelseslys.
$L'_{\text{maks}}$	$\text{cd}/\text{m}^2$	$L_{\text{maks}} + L_{\text{amb}}$	Værdien for hvid med bidrag fra omgivelseslys.
$L'_{\text{min}}$	$\text{cd}/\text{m}^2$	$L_{\text{min}} + L_{\text{amb}}$	Værdien for sort med bidrag fra omgivelseslys.
$r'$		$L'_{\text{maks}} / L'_{\text{min}}$	Kontrastforholdet med bidrag fra omgivelseslys.
$R_d$			Refleksionskoefficient. Kan oplyses af monitorens fabrikant.

Definition af fysiske parametre

## 8.2 Ordliste

Tabel 4

udtryk	Forklaring
Bitdybde/farvedybde	Farvedybde angiver, hvor mange farveoplysninger, der er tilgængelige for hver pixel i et billede. Et billede med f.eks. en bitdybde på 8 har 256 mulige værdier.
DICOM	Forkortelse for 'Digital Imaging and Communications in Medicine'. En standard der findes i 'NEMA standard PS3' og 'ISO standard 12052:2006'.
Gamma-/farveskift	En kalibrering til en ny S/H- eller farvetone-fremstilling.
GSDF	Forkortelse for 'Greyscale standard display function'. En prædefineret kalibreringskurve efter DICOM-standarden, så monitorer viser billeder identisk. Også kaldet kontrastresponskurven eller en Barten-kurve.
Illuminans/belysningsstyrke	Forkortes <i>E</i> . Måles i lux, $lx = lm/m^2$ , hvor lm er lumen, lysstrøm. $1 lm = 1 cd \cdot sr$ . Hvor 1 sr er en steradian. Steradian er måleenheden for rumvinkel.
JND	Forkortelse for 'Just noticeable differences'.
Kalibrere	Bestemmelse af et måleinstrument's visningsfejl ved en sammenligning med et mere nøjagtigt instrument.
Kontrastresponskurve	Se GSDF.
Lysstyrke/lysintensitet	Forkortes <i>I</i> . Grundenhed i SI-systemet. Måles i candela [cd].
Luminans/lystæthed	Forkortes <i>L</i> . Måles i $cd/m^2$ .
LUT	Forkortelse for 'Look-up Table'. Prædefineret tabel til at interpolere en lavere bitdybde til en højere.
PACS	Picture archiving and communication system.
Pixel	Sammentrækning af 'picture cell'. Den billeddannende flade i en monitor er opbygget af en mosaik af pixler.
SMPTE	Forkortelse for 'Society of Motion Picture & Television Engineers'. Forening, der har udarbejdet nogle af de foreslåede testbilleder til kontrol af skærme.

### Ordliste

## 9 Litteraturliste

Dette er litteraturen, som har dannet grundlag for disse anbefalinger. Blandt disse har IEC været den mest benyttede.

AAPM online report no. 03. Assessment of Display Performance for Medical Imaging Systems (AAPM TG-18), AAPM, 2005

Anbefaling av kvalitetsnivå og kvalitetskontroll for skjermer til bruk innenfor digital radiolog, Arbeidsgruppe for bilde-/skjermkvalitet, IHE Norge, 2006

Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). Part 14: Grayscale Standard Display Function, National Electrical Manufacturers Association, 2004

DIN V 6868-57 Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben, 2001

European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis Fourth Edition, EUREF, 2006 with supplements, 2013.

IEC 62563-1 Medical electrical equipment – Medical image display systems, 2009 med tilhørende amendment 1, 2016.