

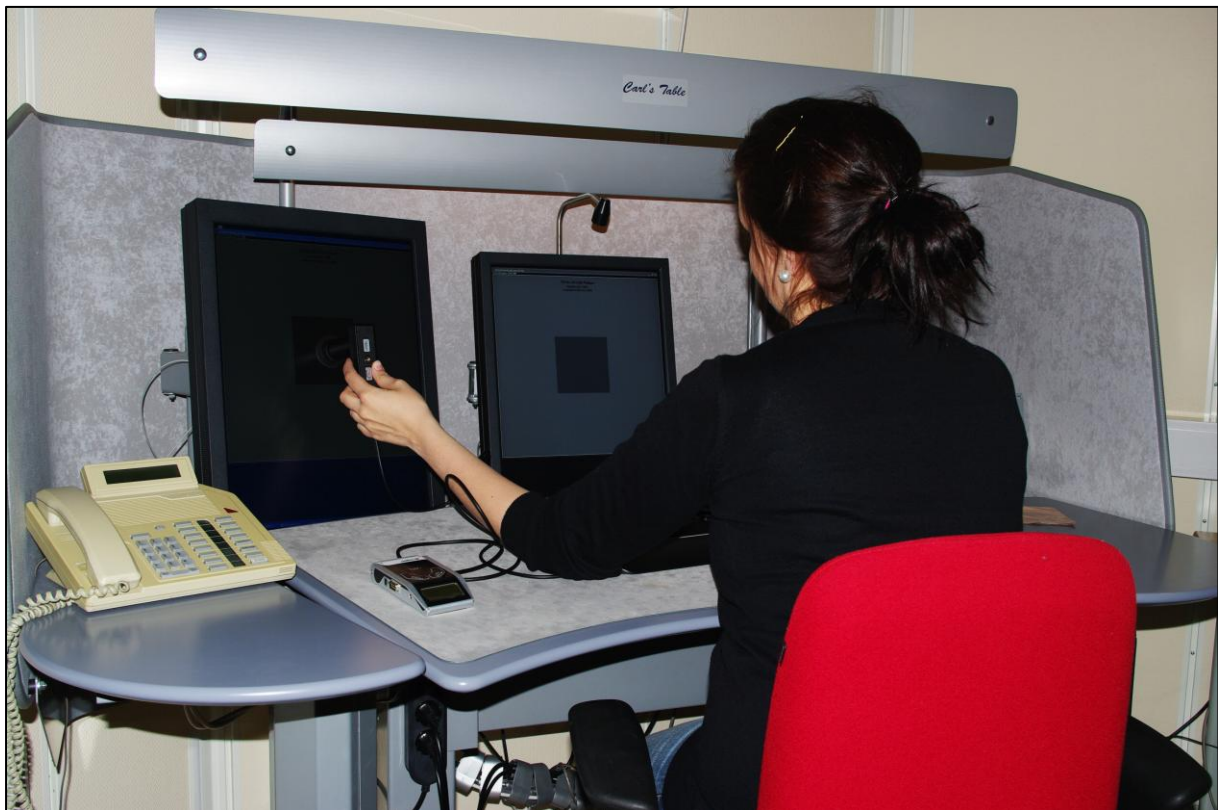
RAD 3902  
Bacheloroppgave i radiografi

07HBRAD  
070718 Guro G. Halmrast  
071153 Ingvild B. Solbakken

# Granskningsstasjoner

## - en vurdering av skjermkvalitet, kalibrering og lysforhold

Medical display workstations  
- an assessment of display quality, calibration and ambient lighting level



Høgskolen i Gjøvik  
Seksjon for helse, omsorg og sykepleie  
Mai 2010  
Antall ord: 9136

## Innhold

1.0 Innledning .....	4
1.1 Hovedtema og bakgrunn .....	4
1.1.1 Faglig sammenheng og radiograffaglig relevans .....	4
1.1.2 Kunnskapsstatus.....	5
1.2 Formål og problemstilling.....	5
1.2.1 Forforståelse.....	5
1.2.2 Problemstilling .....	5
1.2.3 Avgrensninger.....	6
2.0 Teori- og litteraturgjennomgang .....	7
2.1 Begrepsavklaringer og definisjoner .....	8
2.1.1 Luminans.....	8
2.1.2 Luminanshomogenitet.....	8
2.1.3 Betraktningsvinkel .....	8
2.1.4 Matrisestørrelse .....	8
2.1.5 DICOM part 14 .....	8
2.1.6 AAPM TG18.....	10
2.1.7 IHE Norge .....	10
2.2 Anbefalinger .....	11
2.2.1 Kalibreringsrutiner .....	11
2.2.2 Skjermytelse.....	11
2.2.3 Bakgrunnsbelysning og refleksjon.....	13
3.0 Metode .....	15
3.1 Utstyr .....	15
3.2 Utvalg.....	16
3.3 Beskrivelse av gjennomføring .....	16

3.4 Behandling av innsamlede data.....	19
3.5 Validitet og reliabilitet .....	19
3.6 Etske implikasjoner.....	20
4.0 Resultat .....	21
4.1 Utvalg.....	21
4.2 Rutiner.....	21
4.3 Skjermytelse.....	22
4.4 Bakgrunnsbelysning, refleksjon og rengjøring .....	26
4.5 Annet.....	28
5.0 Diskusjon / drøfting .....	29
5.1 Rutiner.....	29
5.2 Skjermytelse.....	30
5.3 Bakgrunnsbelysning, refleksjon og rengjøring .....	36
5.3.1 Bakgrunnsbelysning.....	36
5.3.2 Refleksjon .....	36
5.3.3 Rengjøring av skjermer.....	37
5.4 Annet.....	38
5.5 Metodekritikk.....	38
5.6 Konsekvenser for praksis og forslag til endringer .....	39
6.0 Konklusjon.....	40
6.1 Forslag til videre arbeid .....	40
7.0 Etterord .....	41
8.0 Litteraturliste.....	42

Figur 1 Karakteristisk kurve for en skjerm som er korrekt kalibrert etter GSDF-standard.....	9
Figur 2 Sammenligning av anbefalinger fra IHE Norge og AAPM TG18 .....	12
Figur 3 Beskrivelse av hvilke vurderinger som ble gjort på testbildet TG18-QC .....	18
Figur 4 Eksempel på karakteristisk kurve der flertallet av målingene avviker med mer enn 10 % i forhold til anbefalt verdi .....	23
Figur 5 Eksempel på karakteristisk kurve for en skjerm med mer enn 10 % avvik i et av endepunktene .....	24
Figur 6 Eksempel på karakteristisk kurve med avvik mer enn 10 % midt på kurven.....	25
Figur 7 Oversikt over avvik knyttet til skjermkvalitet og -ytelse, ved henholdsvis Gjøvik, Hamar og Lillehammer. ....	26
Figur 8 Bakgrunnsbelysning målt i lux (Gjøvik, Hamar og Lillehammer).....	27
Figur 9 Bakgrunnsbelysning, intervallfordeling (Gjøvik, Hamar og Lillehammer). ....	28
Figur 10 Max luminans vs. kontrast i svart.....	32
Figur 11 Luminansratio vs. kontrast i svart. ....	32
Figur 12 Bakgrunnsbelysning vs. kontrast i svart.....	33
Figur 13 Skjerm på Lillehammer med karakteristisk kurve som i stor grad avviker fra idealet (venstre skjerm) .....	35
Figur 14 Skjerm på Lillehammer med karakteristisk kurve som i stor grad avviker fra idealet (høyre skjerm).....	35
Figur 15 Illustrasjonsfoto som viser refleksjon og fingermerker på skjerm. ....	38

## Vedlegg nr. 1 - 7

### **Opphav:**

Samtlige figurer er utarbeidet av Guro Halmrast og Ingvild Solbakken.

Forsidebildet og illustrasjonsbildet i figur 15 er tatt av Guro Halmrast.

Testbilder fra AAPM TG18 kan lastes ned fritt fra <http://deckard.mc.duke.edu/~samei/tg18>

TG18 Citation:

Samei E, Badano A, Chakraborty D, Compton K, Cornelius C, Corrigan K, Flynn MJ, Hemminger B, Hangiandreou N, Johnson J, Moxley M, Pavlicek W, Roehrig H, Rutz L, Shepard J, Uzenoff R, Wang J, Willis C. Assessment of Display Performance for Medical Imaging Systems, Report of the American Association of Physicists in Medicine (AAPM) Task Group 18, *Medical Physics Publishing*, Madison, WI, AAPM On-Line Report No. 03, April 2005.

## 1.0 Innledning

### 1.1 Hovedtema og bakgrunn

Etter innføringen av PACS (Picture Archiving and Communication System) ved de radiologiske avdelingene rundt om i landet, granskes alle digitale bilder fra bildedannende modaliteter (røntgen, CT, MR etc.) på skjermer. Bildene varierer når det gjelder størrelse, romlig oppløsning og bitdybde. Det er også forskjeller i måten bildene er tenkt vist på. Kvaliteten på skjermene avhenger av produsent, type, pris m.m. Hvilke skjermer som kjøpes inn av avdelingene, avhenger av kompetansen hos den ansvarlige, avdelingens økonomi, og hva skjermen skal brukes til. I tillegg til skjermkvaliteten, vil granskningsforholdene avhenge av lysforhold rundt skjermene, og refleksjoner fra for eksempel vinduer, taklys, klær, osv. Dette er forhold som avhenger av rammefaktorene, men også av den som skal granske bildene, og de valgene vedkommende tar i forhold til belysning, gardiner, persiener m.m. Både skjermkvalitet og granskningsforhold er faktorer som kan ha betydning for kvaliteten på den diagnostiske sikkerheten.

#### 1.1.1 Faglig sammenheng og radiograffaglig relevans

Kontroll av PACS-skjermer er ofte en del av kvalitetskontrollprogrammet ved sykehusene.

RIS-/PACS-ansvarlig er ofte en radiograf, og vedkommende vil gjerne bli rådspurt i forbindelse med, eller avgjøre, et kjøp av nye PACS-skjermer. RIS-/PACS-ansvarlig har også ofte ansvaret for vedlikehold og kvalitetskontroll av allerede eksisterende skjermer, i samarbeid med medisinsk-teknisk ansvarlig ved sykehuset. Jevnlige kontroller er viktig for å opprettholde god visningskvalitet, og med det også sikre en konsistent visning av bilder, uavhengig av skjerm (Samei, E. et al. 2005; Østbye et al. 2006). Optimale granskningsforhold vil være av stor betydning for både pasienter, radiografer og radiologer. For pasientene, fordi patologi oppdages lettere, og i mindre grad oversees. Ved at patologi lettere oppdages, vil mange pasienter også spares for tilleggsbilder, og dermed spares for unødig stråling. Det at pasientene spares for tilleggsbilder, vil også ha betydning for radiografenes arbeidsflyt. Undersøkelsene vil gå raskere, og færre pasienter vil komme tilbake for supplerende bilder. For radiologene vil bildetydingen være enklere ved optimale forhold, noe som også vil være tidsbesparende.

### 1.1.2 Kunnskapsstatus

Hovedmomenter for gransknings skjermer er at disse skal være kalibrert etter DICOM part 14 Grayscale Standard Display Function (GSDF). Dette sikrer at bildene vises på samme måte, uansett hvilken skjerm de vises på. Skjermen skal være tilkoblet med DVI (Digital Visual Interface, et standard grensesnitt for overføring av videosignaler til en digital fremviser), og ikke via videoutgang (analogt). Dette vil øke den geometriske oppløsningen, samt at signalet vil bli mindre følsomt for støy (Samei, E. et al. 2005). Det skal være homogenitet, dvs. samme intensitet, over hele skjermen (ibid).

Røntgenbilder og andre bilder fra bildedannende modaliteter er generelt mørke, og bakgrunnsbelysningen bør derfor være begrenset, for ikke å få for store forskjeller i luminans mellom skjermen og områdene rundt denne (Østbye et al. 2006).

## 1.2 Formål og problemstilling

Vi ønsket å se nærmere på granskningsforholdene ved de radiologiske avdelingene i Sykehuset Innlandet, divisjon Gjøvik, Hamar og Lillehammer. Vi har konsentrert oss om radiologenes granskningsstasjoner, siden vår mening er at disse til syvende og sist er de viktigste i forhold til diagnostisk sikkerhet. Formålet med studiet er å undersøke om PACS-skjermene oppfyller anbefalingene som er satt i forhold til visningskvalitet og kalibrering. God visningskvalitet er nødvendig for å sikre en konsistent visning av bilder, og kalibrering er viktig for å sikre at visningskvaliteten opprettholdes over tid. Formålet er også å se på om lysforholdene omkring skjermene er tilrettelagt for å oppnå optimale granskningsforhold.

### 1.2.1 Forforståelse

Etter å ha vært utplassert i praksis ved forskjellige radiologiske avdelinger i Sykehuset Innlandet HF, hadde vi en forforståelse av at granskningsforholdene og skjermkvaliteten varierer fra sted til sted. Vi hadde også en forforståelse av at kunnskapen om optimale granskningsforhold var mangelfull.

### 1.2.2 Problemstilling

**Oppfyller radiologenes granskningsmiljø og granskningsstasjoner ved Sykehuset Innlandet div. Gjøvik, Lillehammer og Hamar de nasjonale og internasjonale anbefalingene som er satt, for å sikre en optimal tolkning av røntgenbilder, med fokus på skjermkvalitet, kalibrering og lysforhold?**

### 1.2.3 Avgrensninger

Vi har ikke tatt for oss skjermer som brukes til granskning av mammografibilder, da det – da vi startet arbeidet - kun var SI avd. Hamar som hadde utstyr til digital mammografi. I tillegg er anbefalingene for disse skjermene mer omfattende enn for skjermer som brukes til generell granskning av bilder. Vi har heller ikke undersøkt de forskjellige visningsskjermene rundt på avdelingene, fordi disse skjermene etter vår mening ikke er like viktige for den diagnostiske sikkerheten som gransknings skjermene er.

Vi går ikke inn på generelle betraktninger angående synsergonomi eller møbleringer, og vi går heller ikke nærmere inn på oppbyggingen av LCD-skjermer.

## 2.0 Teori- og litteraturgjennomgang

I ”Lov om statlig tilsyn med helsetjenesten” (§3) står det at enhver som yter helsetjenester, pålegges internkontroll med virksomheten (Lov om statlig tilsyn med helsetjenesten 1984). I ”Lov om spesialisthelsetjenesten m.m.” står det i § 3-4 at sykehusene pålegges å opprette kvalitetsutvalg (Spesialisthelsetjenesteloven 2001). Videre står det i ”Lov om helsepersonell” (§ 4, 1. ledd) at helsepersonell skal utføre sitt arbeid i samsvar med krav om faglig forsvarlighet (Helsepersonelloven 2001). I ”Forskrift om strålevern og bruk av stråling” står det i §5 at alle virksomheter som skal bruke eller håndtere ioniserende strålekilder, skal ha godkjenning av Statens strålevern. Det står videre at Statens strålevern i godkjenningen kan sette krav til innhold i internkontroll, vedlikeholdsrutiner og kvalitetskontroll av utstyr. Det står også i § 35 ”Krav til apparatur” at det skal etableres et system for periodisk kontroll av apparatur og utstyr (Strålevernforskriften 2003).

I følge ”Lov om strålevern og bruk av stråling” med forskrift, er Statens strålevern forvalter av strålevernlovgivningen (Strålevernloven 2000). Statens strålevern har etablert rutiner for teknisk kvalitetskontroll av monitorer og granskningsforhold, gjennom sitt ansvar for Mammografiprogrammet (Ertzaas 2003). De tar utgangspunkt i DICOM part 14 GSDF som er en standard for gjengivelse av gråtoner (Nema 2000). Denne vil bli nærmere beskrevet senere i kapitlet. Når det gjelder krav og anbefalinger, tar de utgangspunkt i en anbefaling fra IHE Norge, som vi kommer tilbake til (Østbye et al. 2006), samt en anbefaling fra American College of Radiology (ACR) som spesifikt omhandler mammografi. Utgangspunktet for den tekniske kvalitetskontrollen, er en rapport fra AAPM TG18 (Samei, E. et al. 2005): ”Assessment of display performance for medical imaging systems”. Denne vil også bli beskrevet nærmere.

Både IHE-rapporten og AAPM TG18-rapporten omhandler anbefalinger om skjermespesifikasjoner og granskningsforhold for granskning av alle typer medisinske bilder, og disse danner derfor utgangspunktet for vår undersøkelse.



## 2.1 Begrepsavklaringer og definisjoner

### 2.1.1 Luminans

Et mål som beskriver den lysstyrken som en lyskilde utsender pr. flateenhet, for eksempel mengden av lys som slippes ut fra skjerm, og som kan måles innen en gitt, solid vinkel. Når det gjelder elektroniske skjermer, refererer begrepet luminans normalt sett til skjermens maksimale lysstyrke, og oppgis i candela per kvadratmeter,  $\text{cd/m}^2$ . En vanlig PC-skjerm har en maksimal lysstyrke på omlag  $100 \text{ cd/m}^2$ , mens lyssterke skjermer kan ha en maksimal luminans på opp til 300 til  $600 \text{ cd/m}^2$  (Samei, E. et al. 2005).

### 2.1.2 Luminanshomogenitet

Begrepet referer til den maksimale forskjellen i luminans på en skjerm, ved visning av et ensartet bilde (Samei, E. et al. 2005).

### 2.1.3 Betrakningsvinkel

Ved granskning av medisinske bilder i dag, er det nesten uten unntak LCD-skjermer som brukes (Liquid Crystal Display-skjermer). Denne skjermtypen må betraktes rett forfra, da man ellers vil kunne oppleve store forskjeller i lysstyrke, kontrast og fargegjengivelse (Samei, Ehsan & Wright 2004; Samei, E. et al. 2005).

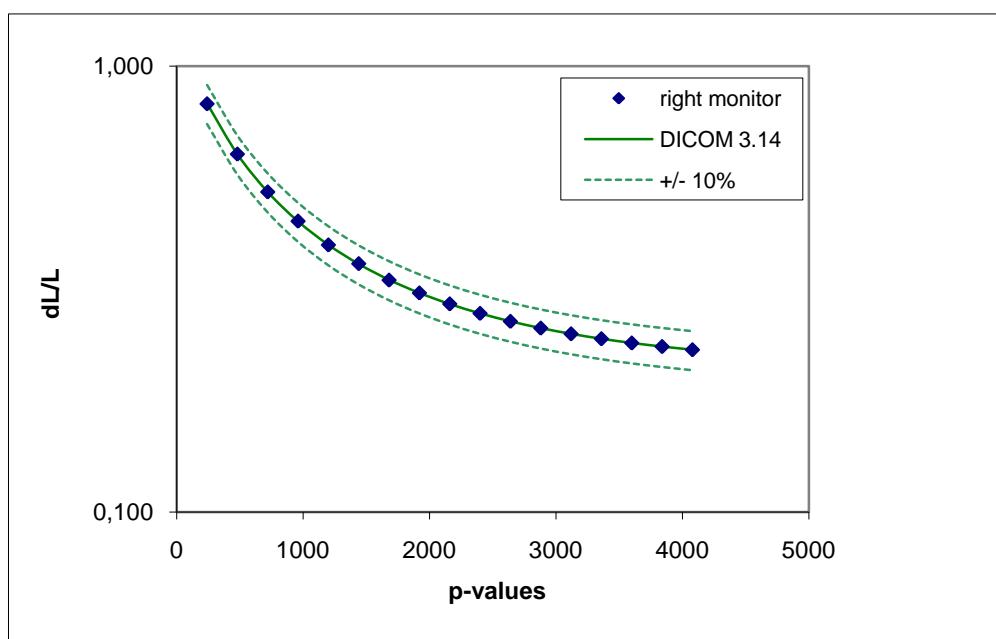
### 2.1.4 Matrisestørrelse

Gode skjermer til medisinsk bruk, har en matrisestørrelse på opp til  $2048 \times 2560$  pixler, disse omtales gjerne som 5 megapixel-skjermer. Matrisestørrelsen forklarer hvor mange pixler en skjerm har i x- og y-retning.

### 2.1.5 DICOM part 14

The American College of Radiology (ACR) og National Electrical Manufacturers Association (NEMA) dannet i 1984 en komité, som utviklet, og videre opprettholder, the Digital Imaging and Communications in Medicine standard (DICOM-standard). Dette er en global informasjons- og teknologistandard, som ble utviklet for å støtte bl.a. distribusjon og visning av medisinske bilder fra for eksempel røntgen, MR, CT, osv. DICOM brukes i dag av sykehus over hele verden. DICOM-standard revideres og utvikles kontinuerlig. DICOM part 14 er et dokument kjent som "GSDF-standard" (Nema 2000). Denne spesifiserer en standardisert skjermfunksjon, Grayscale Standard

Display Function (GSDF) for gråtonebilder. Ved å kalibrere granskingsskjermer etter denne standarden, sikrer man en objektiv overføring av digitale signaler fra detektoren til ulike luminansintensiteter på skjermen. En korrekt kalibrering sikrer også en enhetlig visning av bildene på ulike skjermer. Et viktig forhold er også at GSDF-standardens tar hensyn til menneskets fysiologi og evnen til å oppfatte kontrastforskjeller og detaljer ved ulike luminansnivåer. Sensitiviteten for oppfattelse av kontrast og detaljoppløsning øker med økende luminans. Kalibrering etter GSDF-standardens er derfor en skjermfunksjon med innstillinger som gjør at det menneskelige øyet oppfatter gråtoneskalaen som lineær. En skjerm som er kalibrert korrekt etter GSDF-standardens, vil ha en karakteristisk kurve som vist i figuren under:



**Figur 1** Karakteristisk kurve for en skjerm som er korrekt kalibrert etter GSDF-standardens.

DICOM part 14 eksemplifiserer metoder man kan bruke for å måle skjermens karakteristiske kurve, når det gjelder gjengivelse av de ulike gråtonene (Nema 2000). Slike målinger kan brukes for å justere og / eller kalibrere skjermen, til et nivå som gjør at gråtonene blir gjengitt i henhold til GSDF-standardens. DICOM part 14 er ingen skjermstandard, og den oppgir ingen krav til lysstyrke (luminans). Den setter derimot krav til hvordan den relative forskjellen mellom hvert trinn på gråtoneskalaen gjengis på skjermen. Målsetningen med DICOM part 14 er å velge en skjermfunksjon som gir en viss grad av likhet i gråskalaoppfatningen av et gitt bilde, uansett om skjermssystemene

har ulik luminans. Den definerer imidlertid ikke når overensstemmelse med standarden er oppnådd, eller hvordan man karakteriserer oppnåelse (Nema 2000).

### **2.1.6 AAPM TG18**

The American Association of Physicists in Medicine (AAPM) Task Group 18 er en nasjonal arbeidsgruppe, bestående av eksperter på medisinsk bildebehandling, og folk som jobber med å vurdere og evaluere ytelsen til elektroniske skjermer. I følge AAPMs faglige retningslinjer, er det medisinske fysikere som har ansvaret for vurdering og kontrollering av de elektroniske skjermene (Samei, E. et al. 2005), og formålet med denne arbeidsgruppen har vært å lage retningslinjer som medisinske fysikere og ingeniører kan bruke, når de i praksis skal vurdere ytelsen til elektroniske skjermer beregnet til medisinsk bruk. Disse retningslinjene og kriteriene er samlet i rapporten "Assessment of display performance for medical imaging systems" (Samei, E. et al. 2005). Denne rapporten er primært tiltenkt medisinske fysikere, ingeniører, forskere, administrativt ansatte innen radiologi, produsenter av skjermer til bruk innen medisinsk bildebehandling, radiologer, og studenter som er interessert i vurdering av skjermkvalitet. Rapporten inneholder avanserte visuelle og kvantitative testingsmetoder for skjermer til bruk innen radiologi (ibid).

### **2.1.7 IHE Norge**

IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) er et forum med undergrupper i flere land, og har økt integrasjon mellom helserelevante informasjonssystemer som mål, og da i første omgang innenfor røntgen. IHE består av flere arbeidsgrupper som jobber med hver sine satsingsområder, blant annet skjermkvalitet. IHE Norge har, på bakgrunn av DICOM Part 14 (Nema 2000), laget en anbefaling kjent som "Anbefaling av kvalitetsnivå og kvalitetskontroll for skjermer til bruk innenfor digital radiologi" (Østbye et al. 2006). Denne tar blant annet for seg generell teori om synsergonomi, samt anbefalinger når det gjelder møblering, ergonomi og generelle luminansforhold, og er tenkt brukt i forbindelse med innkjøp, vedlikehold og kvalitetskontroll av skjermer.

## 2.2 Anbefalinger

### 2.2.1 Kalibreringsrutiner

Strålevernforskriften sier at det skal etableres rutiner for periodisk kontroll av apparatur og utstyr (Strålevernforskriften 2003). IHE Norge anbefaler at det foretas en kvalitetskontroll av skjermene en gang i kvartalet (Østbye et al. 2006). AAPM TG18 anbefaler en daglig test av skjermene, ved hjelp av et enkelt testbilde (TG18-QC). Videre anbefaler de en årlig kontroll, utført av en kvalifisert medisinsk fysiker (Samei, E. et al. 2005). AAPMs retningslinjer fra 1994, "The Role of the Clinical Medical Physicist in Diagnostic Radiology, Report of the AAPM Task Group No. 2" sier, i følge AAPM TG18, at vurderingen av elektroniske skjermer til bruk i helsevesenet, faller innenfor ansvaret til de medisinske fysikerne (Samei, E. et al. 2005).

### 2.2.2 Skjermytelse

AAPM TG18 hevder at elektroniske skjermer er en viktig brikke i medisinske bildebehandlingssystemer, siden de fungerer som det siste elementet i den såkalte radiologiske kjeden (Samei, E. et al. 2005). Både AAPM TG18 og IHE Norge opererer med skjermer av klasse 1 og klasse 2, men bruksområdene og anbefalingene for disse er forskjellige (Samei, E. et al. 2005; Østbye et al. 2006). IHE opplyser at klasse 1-skjermer skal brukes til granskning av thorax, muskel- og skjelettbilder, samt barneradiologi og ortopediske bilder, mens skjermer av klasse 2 brukes til generell røntgen, kontrastundersøkelser, CT- og MR-bilder, ultralyd, nukleær og til dels ortopedi (Østbye et al. 2006). AAPM TG18 opererer med en annen type inndeling, der skjermer av klasse 1 er granskningsskjermer, mens skjermer av klasse 2 er visningsskjermer. Skjermer av klasse 1 brukes innen radiologi (Samei, E. et al. 2005). Anbefalingene er sammenlignet i figur nr. 2.

# Sammenligning av anbefalinger

	<i>IHE Norge (Gruppe 1)</i>	<i>IHE Norge (Gruppe 2)</i>	<i>AAPM TG18 (Klasse 1)</i>	
Spesifikasjon, matrisestørrelse	2MP (1600x1200)	1,3MP (1280x1024)	1/2MP (1600x1200) / 3/4MP (2304x1728)	
Lysstyrke, cd/m <sup>2</sup>	400 (anbefalt)	150 (minimum)	≥ 170	
Luminansratio			≥250	
Max. forskjell i lysstyrke H/V skjerm			≤ 10 %	
Homogenitet, max. forskjell			≤ 30 %	
Signaloverføring	DVI	DVI	DVI	
Bakgrunnsbelysning	50 lux	50 lux	CT/MR/NM 15-60 lux	Røntgen 2-10 lux

Figur 2 Sammenligning av anbefalinger fra IHE Norge og AAPM TG18

## 2.2.2.1 Luminans og kontrast

AAPM TG18 hevder i sin rapport at et av de viktigste kriteriene for skjermer av klasse 1 er det maksimale luminansnivået (Samei, E. et al. 2005). Skjermens maksimale luminansnivå kan testes ved å utføre en luminansmåling ved hjelp av testbildet TG18-LN18 (ibid). De legger vekt på at lyssterke skjermer med en høy luminansratio er viktig, og at forskjellen mellom skjermenes luminans ikke skal være merkbar (ibid). Homogenitet på skjermene måles med testbildene TG18-UNL10, som har en lysstyrke på 10 % av maksimal lysstyrke, og TG18-UNL80 som har en lysstyrke på 80 % av det maksimale (Samei, E. et al. 2005). Det menneskelige øyets evne til å oppfatte detaljer og kontrastforskjeller, øker med økende luminans (Nema 2000). Skjermer som er korrekt kalibrert etter DICOM GSDF, vil fremstille de ulike gråtonene på en slik måte at det menneskelige øyet er i stand til å oppfatte kontrastforskjeller også ved lavere luminans (ibid).

### **2.2.2.2 Skjermenes levetid**

Det fluoriserende belegget på innsiden av lyskilden i en LCD-skjerm, mister effektivitet etter hvert som man bruker skjermen (Østbye et al. 2006). AAPM TG18 hevder at på grunn av variasjoner i maskinvaren, og nedbryting over tid, er det viktig å sikre at skjermene er hensiktsmessig kalibrert i forhold til medisinsk bildebehandling, og at ytelsen er stabil over tid (Samei, E. et al. 2005). IHE Norge sier at skjermenes levetid kan defineres som den tiden det tar før skjermens første feil oppstår (Østbye et al. 2006). De opplyser videre at en feil kan være en pixel som mangler (evt. hele kolonner eller rader), flimrende bilde, eller andre synlige forstyrrelser. Måten skjermen brukes på, innstilt lysstyrke, temperaturen i rommet den står i, og mekanisk påvirkning er eksempler på faktorer som kan påvirke skjermens levetid. Leverandørene oppgir i dag stort sett en levetid på om lag 30.000 timer. Til sammenligning er et kalenderår ca 8.800 timer (Østbye et al. 2006).

### **2.2.3 Bakgrunnsbelysning og refleksjon**

Flynn og Badano skriver i sin artikkel "Image quality degradation by light scattering in display devices" at gjenskinn og refleksjoner i betydelig grad kan svekke visningskvaliteten på et bilde (Flynn & Badano 1999). De hevder at det finnes to typer refleksjon; diffus refleksjon fra omgivelsene, og gjenskinn fra et eller flere punkter, hvor lyset reflekteres i tilfeldig vinkel på skjermen. Begge typer refleksjon resulterer i økt luminans i de mørke områdene på bildet, med påfølgende redusert kontrast (ibid).

AAPM TG18 hevder også i sin rapport at lyset fra omgivelsene har betydning for granskningen av de medisinske bildene (Samei, E. et al. 2005). De hevder videre at den økte luminansen og den reduserte kontrasten skjer i de mørke områdene, fordi disse er mer utsatt for relative endringer i lysstyrke. Artefakter og tap av bildekvalitet, forbundet med refleksjoner fra skjermens overflate, avhenger av nivået på lyset fra omgivelsene (ibid).

IHE Norge anbefaler indirekte belysning, for eksempel armaturer med opplys, for å unngå refleksjoner i skjerm. En bordlampe kan brukes i de tilfellene hvor radiologen har behov for mer lys, men denne må da plasseres slik at den ikke gir refleksjoner i skjermen (Østbye et al. 2006).

Rengjøring av skjermene vil også ha betydning for gransknings situasjonen. Man bør jevnlig rengjøre skjermene for flekker, støv, fingermerker og lignende, for å oppnå et best mulig resultat (Østbye et al. 2006).

## 3.0 Metode

Hensikten med oppgaven er å undersøke om skjermene og granskningsstasjonene oppfyller anbefalingene som er satt, med tanke på lysforholdene i rommet, og kalibrering av skjermene. Dette er målbare data, som kan samles inn i form av en kvantitativ forskningsmetode. Dataene er samlet inn, og målinger er gjort, ved Sykehuset Innlandet HF.

AAPM TG18 og IHE Norge opererer med anbefalinger satt i forhold til hva slags bilder som skal granskes (Samei, E. et al. 2005; Østbye et al. 2006) . Sykehuset Innlandet HF divisjon Gjøvik, Hamar og Lillehammer opplyser alle sammen at samtlige typer bilder skal kunne granskes på samtlige skjermer, med unntak av mammografibilder. Vi har derfor valgt å undersøke skjermene med utgangspunkt i de strengeste anbefalingene, som vist i figur nr. 2.

AAPM TG18 beskriver testmetoder hvor skjermenes egenskaper testes ved hjelp av spesialdesignede testmønstre som hentes opp i PACS (Samei, E. et al. 2005). IHE Norge har beskrevet en enklere kvalitetskontroll (testingsmetode) ment for de som ikke har avansert måleutstyr tilgjengelig (Østbye et al. 2006). IHE Norge henviser til AAPM TG18 for mer avanserte metoder for kvalitetskontroll, og Statens strålevern tar også utgangspunkt i AAPM TG18s testingsmetoder. Vi har på bakgrunn av dette valgt å bruke AAPM TG18s testmetoder som utgangspunkt for våre undersøkelser. Ved innhenting av supplerende litteratur til oppgaven, ble følgende søkeord og kombinasjoner av disse benyttet:

*Medical display, liquid crystal display, image quality, quality assurance, quality control, acceptance testing, PACS (picture archiving and communication system)*

## 3.1 Utstyr

- Unfors Luxi kombinert luminans- og illuminansmåler, kalibrert med gyldighet til 2011
- Testbilder fra AAPM TG18
  - TG18-QC
    - for subjektive vurderinger av luminansnivå, gråtonegjengivelse og kontrastgjengivelse



- TG18-UNL10 og TG18-UNL80
  - for objektive målinger av skjermenes homogenitet ved forskjellige luminansnivåer
- TG18-LN12 01 – 18
  - for objektive målinger av luminansverdi ved visning av gråtoner med ulike pixelverdier

### 3.2 Utvalg

I Sykehuset Innlandet HF finnes det totalt 51 radiologiske granskningsstasjoner (I tillegg finnes det egne granskningsstasjoner innen mammografi).

Granskningsstasjonene er fordelt på følgende divisjoner i Sykehuset Innlandet HF:

- Elverum            7 stk
- Gjøvik            13 stk            (Gransker også røntgenbilder fra Fagernes)
- Hamar            11 stk
- Kongsvinger    5 stk
- Lillehammer    12 stk            (Gransker også røntgenbilder fra Otta)
- Tynset            3 stk
- **Totalt**            **51 stk**

Vi har valgt å undersøke de radiologiske granskningsstasjonene ved divisjon Gjøvik, Hamar og Lillehammer. Gjøvik og Lillehammer er de to største divisjonene i Sykehuset Innlandet, og det er ved disse divisjonene det blir gransket flest bilder fra bildedannende modaliteter i året. Disse to divisjonene fremsto derfor som et naturlig valg. Siden begge disse ligger i Oppland fylke, ønsket vi å ha med en divisjon fra Hedmark i tillegg, slik at begge fylkene var representert. Dette for å unngå skjevhet. Hamar ble valgt fordi dette er den største divisjonen i Hedmark fylke. Totalt omfatter vår undersøkelse 36 granskningsstasjoner med totalt 72 gransknings skjermene.

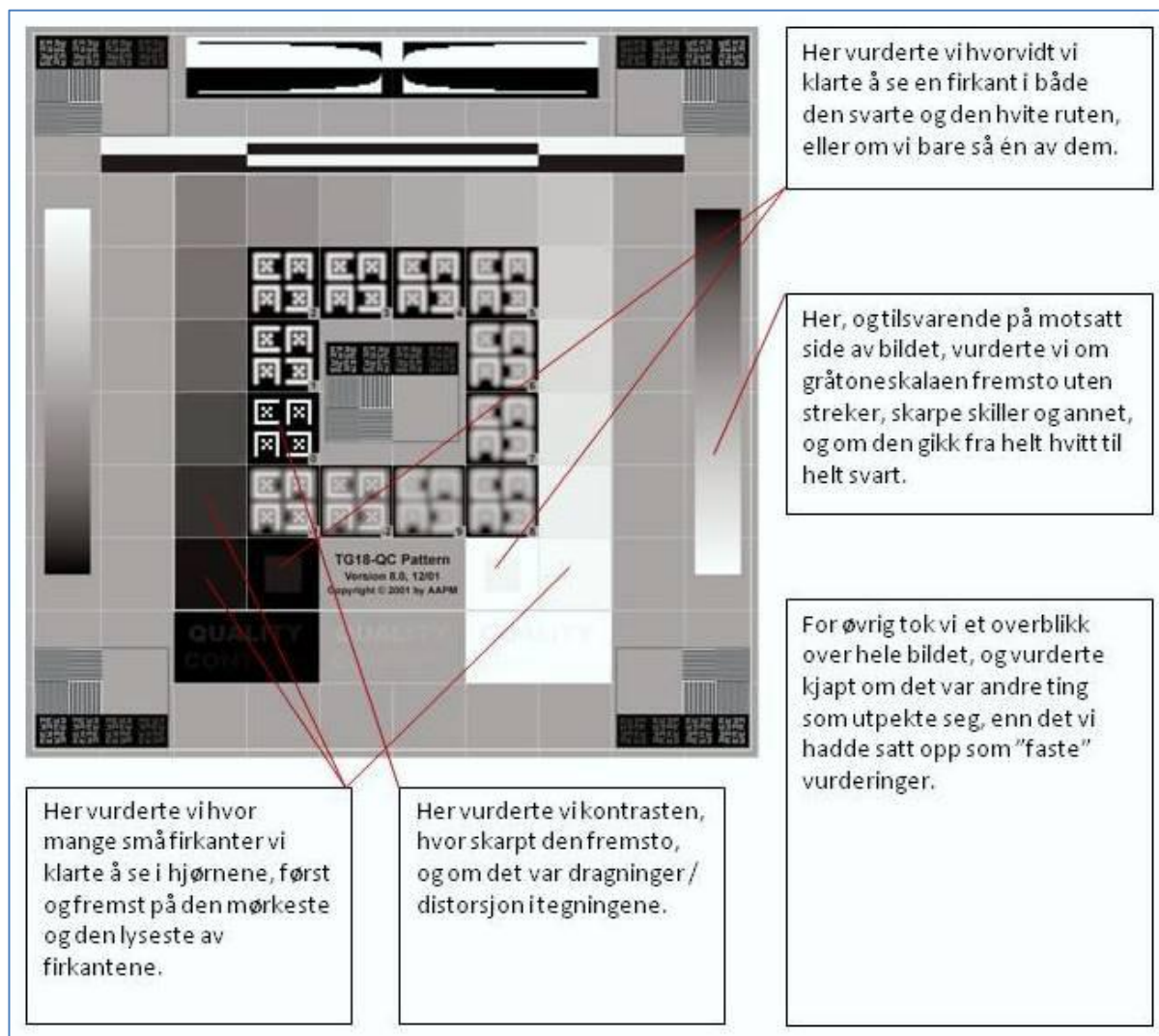
### 3.3 Beskrivelse av gjennomføring

Siden vår intensjon var å se på granskningsstasjonene og skjermene slik de fremsto til daglig, gjorde vi ikke noen justeringer eller endringer i innstillinger før vi utførte målingene. Vi justerte verken lysstyrke eller kontrast, og tørket heller ikke av skjermene for fingermerker osv. Vi sjekket imidlertid at alle skjermene hadde stått på i minst 30

minutter, slik at de var godt varmet opp, som anbefalt av AAPM TG18 (Samei, E. et al. 2005). Dette for å sikre at skjermene skulle fremstå på samme måte som ved den daglige granskningen. Samtlige monitorer ble målt og vurdert av samme person. Målingene ble opplest av den som målte, og gjentatt av den som registrerte målingene. Dette for å unngå feil. Alle målinger og subjektive vurderinger er gjort vinkelrett på hver enkelt monitor, som anbefalt (Samei, Ehsan & Wright 2004). Så langt det lot seg gjøre, ble det sjekket at belysningen var slik radiologene pleide å ha det. I de tilfellene der vi ikke fikk anledning til å sjekke om belysningen var som normalt, tilstrebet vi en tilnærmet ideell belysning.

For måling av bakgrunnsbelysning ble en Unfors Luxi lysmåler brukt. Detektoren ble plassert på den aktuelle skjermen, som ble slått av før målingen. Målingene ble foretatt ved samme lysforhold som brukes ved tyding av bilder, så langt det var mulig. Videre vurderte vi refleksjoner i skjermen, samt vurderte hva som fantes av fingermerker, andre merker, støv osv. Vi vurderte også om det kunne gjøres enkle tiltak for å bedre forholdene. Skjermtypen ble registrert, så langt det var mulig. Dette ble senere sjekket opp med medisinsk-teknisk ansvarlig og RIS-/PACS-ansvarlig ved de forskjellige divisjonene. Vi sjekket deretter hvordan monitoren var tilkoblet. Deretter ble monitoren skrudd på igjen.

AAPM TG18-QC testbilde (vedlegg nr. 1) ble brukt for å vurdere lav- og høykontrastoppløsning og distorsjon på monitoren. Dette testbildet er det eneste bildet vi har brukt, hvor det ikke ble gjort objektive målinger. Her er det våre subjektive målinger som gjelder.



**Figur 3** Beskrivelse av hvilke vurderinger som ble gjort på testbildet TG18-QC

Homogenitet ble målt ved hjelp av AAPM TG18 testbilde TG18-UNL10 og TG18-UNL80 (Vedlegg 3). Disse testbildene gjør det mulig å måle uniformitet i senter samt de fire hjørnene på monitoren, og det måles på både den lyseste og mørkeste delen av gråskalen. TG18-UNL10 har 10 % av maksimal luminans i målefeltet, mens TG18-UNL80 har 80 % av maksimal luminans i målefeltet.

TG18-LN12-01 til TG18-LN12-18 (Eksempler i vedlegg 2) ble brukt for å måle hvorvidt skjermen var korrekt kalibrert i forhold til GSDF-standarden. Alle målinger er gjort som beskrevet i AAPM TG18s rapport (Samei, E. et al. 2005). Gjennom hele testingen var vi på utkikk etter defekter (for eksempel døde pixler), flimring og andre forhold som eventuelt kan påvirke granskningen.

I tillegg til undersøkelsene av granskningsstasjonene, har vi innhentet bakgrunnsopplysninger fra RIS- PACS-ansvarlige, og fra den som er medisinsk-teknisk-ansvarlig, ved de tre sykehusene. Dette gjelder informasjon om tekniske spesifikasjoner, kalibreringsrutiner, hvor de forskjellige granskningsstasjonene er plassert, bruksområder og innkjøpsår.

### **3.4 Behandling av innsamlede data**

Dataene for hver enkelt granskningsstasjon og monitor ble registrert i et på forhånd utarbeidet tekstdokument, utviklet av oss (vedlegg 4), og et på forhånd utarbeidet regneark, mottatt fra Statens Strålevern (vedlegg 5, vedlagt på CD). Regnearket er opprinnelig utviklet av Landelijk Referentiecentrum voor bevolkingsorderzoel op Borstkanker i Nederland (LRBC). Karakteristisk kurve ble utarbeidet for hver enkelt skjerm.

Samtlige data for hver skjerm ble samlet og kvantifisert i et regneark (vedlegg 6, vedlagt på CD), for å kunne danne grunnlag for grafer og utregninger. Dette gjaldt både objektive målinger og subjektive data. Disse ble igjen supplert med opplysninger fra informanter, og dette utgjør til sammen våre resultater.

### **3.5 Validitet og reliabilitet**

#### ***3.5.1 Validitet***

Problemstillingen omhandler skjermkvalitet, kalibrering og lysforhold. For å sjekke skjermkvaliteten har vi innhentet tekniske spesifikasjoner for hver enkelt skjerm, samt sjekket ytelsen ved hjelp av subjektive og objektive målinger. Kalibreringsrutinene er undersøkt for hver divisjon, og om den enkelte skjerm er kalibrert i henhold til GSDF-standarden, er sjekket ved hjelp av objektive målinger med lysmåler. Lysforholdene i rommet er vurdert subjektivt, samt målt objektivt ved hjelp av lysmåler.

#### ***3.5.2 Reliabilitet***

Lysmåleren som ble brukt underveis, er nyinnkjøpt av Statens Strålevern, og kalibrert med gyldighet frem til 2011. Alle målinger ble gjort av samme person, for å sikre at disse ble utført på samme måte. Resultatet ble opplest av den som utførte målingene, og gjentatt av den som registrerte dem. Ved tvil om korrekt resultat, ble målingen gjentatt. Samtlige målinger er utført som anbefalt i AAPM TG18s rapport (Samei, E. et al.

2005). Også de subjektive observasjonene ble gjort av samme person, for å få et så likt vurderingsgrunnlag som mulig. Regnearkene som ble brukt til registrering av data, er dobbeltsjekkert for at mulige formelfeil skulle unngås. Samtlige registrerte data er sjekket mot hverandre, for å unngå at informasjon ble koblet til feil granskningsstasjon eller skjerm.

### **3.6 Etiske implikasjoner**

Sykehuset Innlandet HF divisjon Gjøvik, Hamar og Lillehammer har gitt skriftlig tillatelse til gjennomføring av denne undersøkelsen (Vedlegg 7). Vi har ikke i noen grad sett på, eller registrert, sensitive opplysninger, og vi har ikke hatt behov for å ha tilgang til personalia om pasienter. Det har kun vært granskningsforhold og skjermenes funksjonelle egenskaper som har vært aktuell i denne oppgaven. På bakgrunn av dette, har vi ikke hatt noen betenkeligheter, verken etisk eller moralsk, med å gjennomføre undersøkelsen.

## 4.0 Resultat

### 4.1 Utvalg

Vi har i denne undersøkelsen tatt for oss totalt 36 radiologiske granskningsstasjoner, ved Sykehuset Innlandet HF divisjon Gjøvik, Hamar og Lillehammer. Disse stasjonene fordeler seg som følger: 13 granskningsstasjoner på Gjøvik, 11 på Hamar og 12 på Lillehammer. Hver av stasjonene består av to skjermer, altså er vårt utvalg på totalt 72 skjermer. Dette er, etter det vi har fått opplyst fra de tre radiologiske avdelingene, samtlige stasjoner som brukes til granskning / diagnostisering, med unntak av skjermer som brukes til mammografi. (Disse er, som tidligere nevnt, ikke tatt med i denne undersøkelsen. )

Samtlige divisjoner opplyser at radiologene ikke har monitører som er beregnet til granskning på sine kontorer. Unntaket er et kontor på Gjøvik, der det står en skjerm av klasse 1 og en skjerm av klasse 2. Radiologisk avdeling opplyser at dette kontoret ikke skal brukes til granskning før begge skjermene er av klasse 1, men at dette er planlagt. Vedkommende radiolog opplyste imidlertid at det granskes bilder der pr. i dag, og vi har derfor valgt å ta denne granskningsstasjonen med i vårt utvalg.

Under samtale med de RIS/PACS-ansvarlige radiografene ved de tre divisjonene, ble vi informert om at Oppland fylke byttet granskningsskjermer i 2009, mens Hedmark stort sett har skjermer av eldre årgang. På Gjøvik og Lillehammer er det derfor hovedsakelig skjermer av typen EIZO RadiForce RX211 2MP som brukes. Disse er, i følge leverandør, DICOM GSDF-kalibrert (EIZO 2010). På Hamar er det skjermer av ulike typer i bruk.

### 4.2 Rutiner

Medisinsk teknisk ansvarlig (med.tek.) ved divisjon Lillehammer, opplyser at skjermene kalibreres en gang i året, og at kalibreringen utføres med EIZO UX1-sensor og tilhørende software (EIZO 2010). Videre opplyses det at granskningsforholdene omkring skjermene er avdelingens ansvar. RIS-/PACS-ansvarlig opplyser at radiologene selv har ansvaret for å sørge for anbefalte granskningsforhold innenfor de rammene som finnes, og at det også er radiologens ansvar å sørge for rene skjermer.

Med.tek. ved divisjon Gjøvik opplyser at det en gang i året kjøres en komplett kalibrering, med leverandørens lysmåler og software, på samme måte som ved Lillehammer. RIS-/PACS-ansvarlig opplyser at det er lagt til rette for gode granskningsforhold fra avdelingens side, ved at det er montert gardiner og persiener av gunstig type, samt at det er montert belysning som kan justeres og dimmes. Det opplyses videre at det er radiologenes ansvar å benytte disse innretningene, samt sørge for rene skjermer, men at RIS-/PACS-ansvarlig påpeker ikke-anbefalte granskningsforhold, dersom vedkommende observerer dette.

Med.tek. ved divisjon Hamar opplyser at det ikke finnes rutiner for kontrollering av skjermene, men at skjermene blir kontrollert ved klage fra bruker. Forrige gang samtlige skjermer ble kontrollert, var ved innkjøp av MR i 2008. Vedkommende hevder at flesteparten av skjermene den gangen ikke oppfylte anbefalingene, men at de likevel ble vurdert som gode nok til granskning. RIS-/PACS-ansvarlig ved divisjon Hamar, opplyste at det ikke finnes egne rutiner for å kontrollere forholdene på granskningsstasjonene, for eksempel lysforhold, gjenskin, fingermerker på skjermene, etc, men at dette ligger inn under radiologenes ansvarsområde.

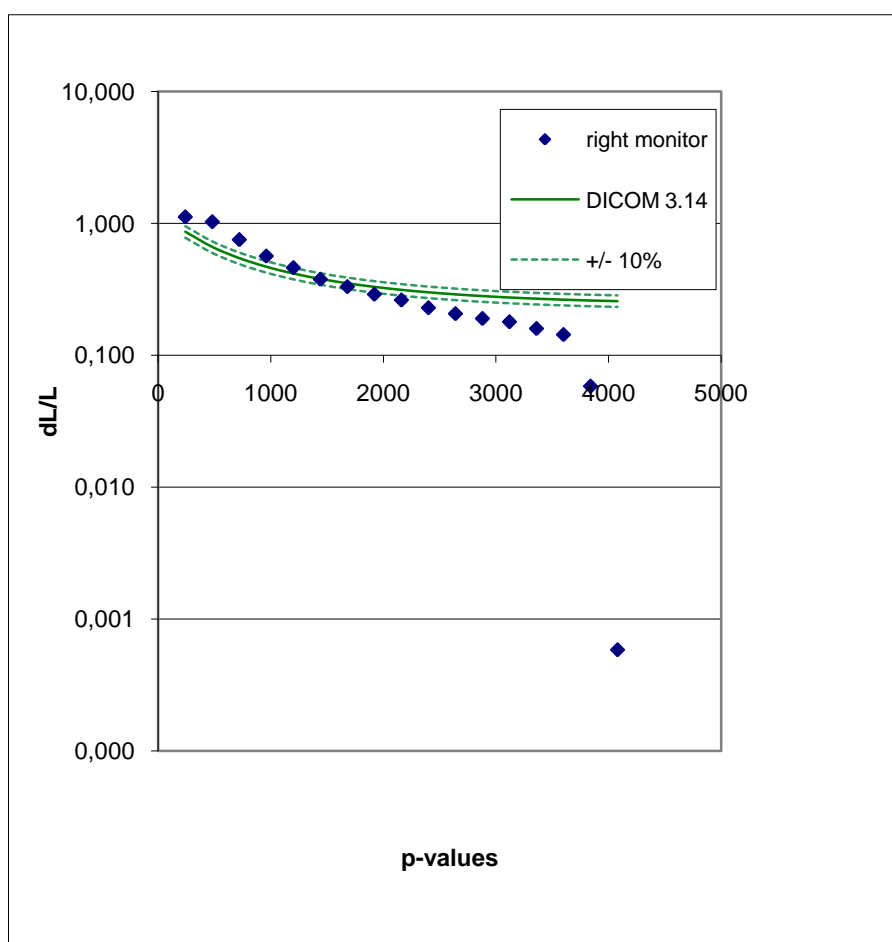
## 4.3 Skjermytelse

### 4.3.1 Gjøvik

På Gjøvik er samtlige 26 skjermer av typen EIZO RadiForce RX211, nyinnkjøpt våren 2009, med unntak av én stk EIZO FlexScan MX210. Samtlige skjermer er tilkoblet med DVI, og har en oppløsning på 1600x1200 pixler. Samtlige skjermer, bortsett fra den nevnte EIZO FlexScan MX210, oppfyller AAPMs anbefalinger om en max luminans på  $\geq 170 \text{ cd/m}^2$ . Alle skjermene oppfyller anbefalingen om en luminansratio på  $\geq 250$ . Alle skjermene oppfyller også anbefalingen om at avvik i homogenitet ikke skal være på mer enn 30 %. Når det gjelder differanse i max luminans mellom skjermene, er det to granskningsstasjoner som har en differanse i luminans på mer enn 10 % (anbefalt grense). Differansen er på henholdsvis 213,5% på den ene granskningsstasjonen, og 227,1% på den andre.

Ved testing av hvorvidt skjermene gjengir gråtonene i henhold til DICOM GSDF, viser resultatene at 19 av 26 skjermer på Gjøvik ligger innenfor den akseptable grensen på +/-

10 % i forhold til DICOM GSDFs karakteristiske kurve. Av de sju skjermene som ikke oppfyller anbefalingene i forhold til karakteristisk kurve, har fire skjermer avvik kun i kurvens startpunkt eller sluttunkt, eventuelt begge endepunkter. To skjermer har enkelte punkter midt på skalaen som avviker, mens én skjerm har en karakteristisk kurve som vist i figur 4. Her ligger to punkter innenfor den akseptable grensen på +/- 10 %, mens de resterende målingene ligger utenfor.



**Figur 4** Eksempel på karakteristisk kurve der flertallet av målingene avviker med mer enn 10 % i forhold til anbefalt verdi

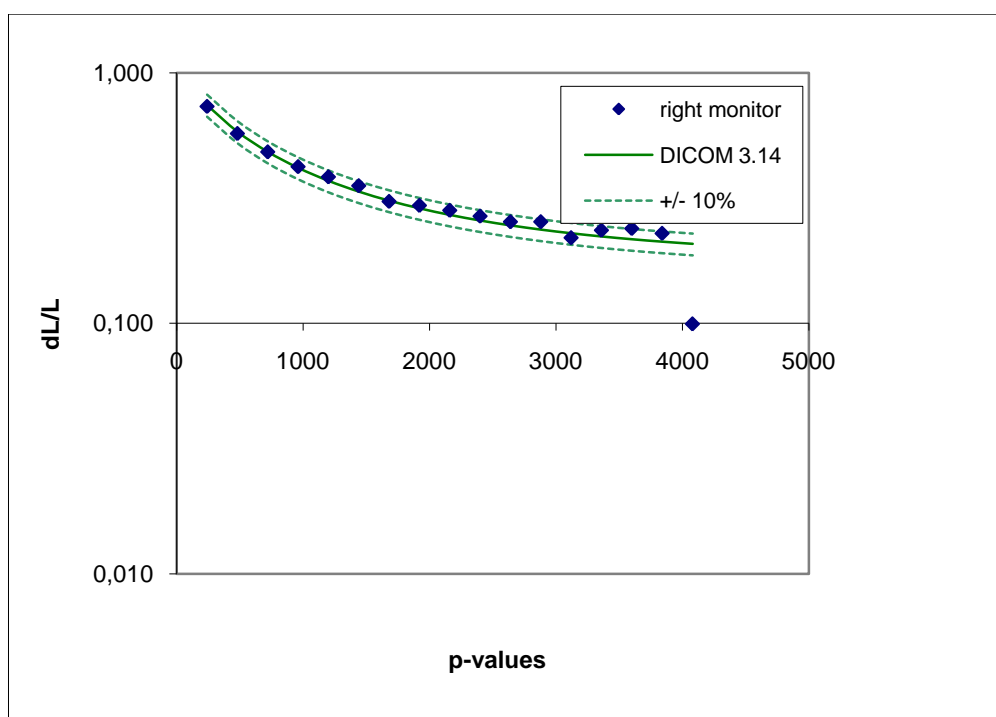
#### 4.3.2 Hamar

På Hamar er skjermene av EIZO fabrikat av forskjellige typer, og med.tek. opplyser at de er fra 2005. Samtlige skjermer er tilkoblet med DVI. 16 av 22 skjermer har en oppløsning på 1600x1200 pixler, mens de seks siste skjermene har en oppløsning på 1280x1024 pixler. RIS-/PACS-ansvarlig opplyser at samtlige skjermer blir brukt til å granske alle typer bilder, med unntak av mammografibilder. Åtte skjermer oppfyller



AAPMs anbefalinger om en max luminans på  $170 \text{ cd/m}^2$  eller mer, mens 14 skjermer ikke gjør det. Når det gjelder luminansratio, har 15 skjermer en luminansratio på 250 eller mer, som anbefalt av AAPM. 7 skjermer hadde en luminansratio under denne anbefalingen. Når det gjelder homogenitet på skjermen, var det ingen av skjermene som hadde et avvik på mer enn den anbefalte grensen på 30 %. 3 granskningsstasjoner hadde en differanse i max luminans mellom skjermene på mer enn den anbefalte grensen på 10 %. Det største avviket var på 21,6 %.

Ved testing av hvorvidt skjermene gjengir gråtonene i henhold til DICOM GSDF, viser resultatene at sju av 22 skjermer på Hamar ligger innenfor den akseptable grensen på  $\pm 10\%$  i forhold til DICOM GSDFs karakteristiske kurve. 15 skjermer har et avvik på mer enn 10 %. Av disse hadde fem stk avvik i startpunkt og / eller endepunkt av den karakteristiske kurven (se eksempel i figur 5). Fem skjermer hadde avvikende punkter midt på den karakteristiske kurven, og fem skjermer hadde flertallet av punktene utenfor grensen for 10 % avvik.

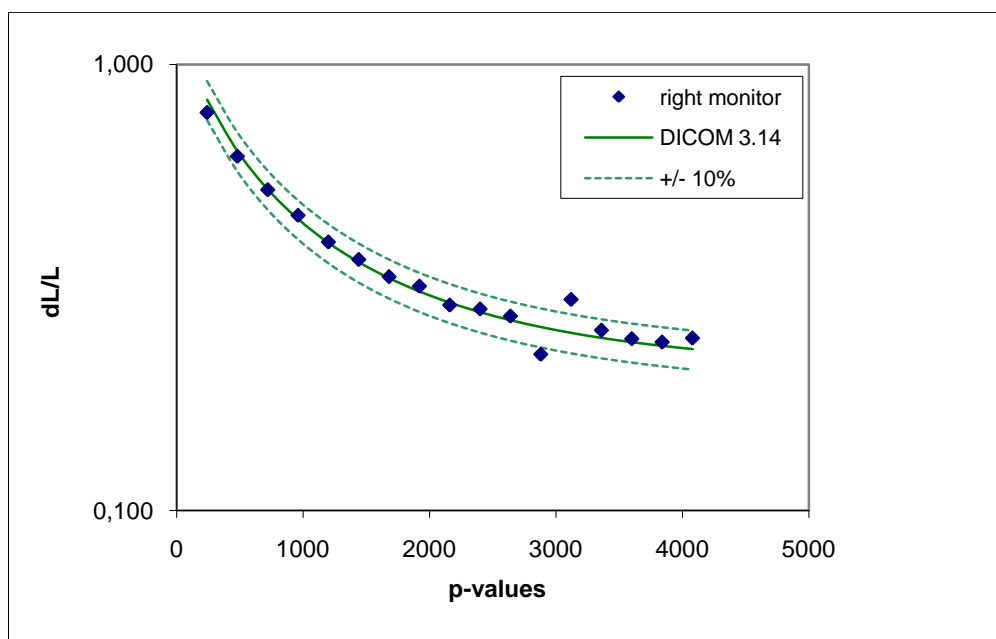


**Figur 5** Eksempel på karakteristisk kurve for en skjerm med mer enn 10 % avvik i et av endepunktene

### 4.3.3 Lillehammer

På Lillehammer er samtlige skjermer, med to unntak, av typen EIZO RadiForce RX211, innkjøpt våren 2009. Oppløsningen er på 1600x1200 pixler. Unntaket er to stk HP LP2065 med en oppløsning på 1280x1024. Samtlige skjermer er tilkoblet med DVI. 22 av de 24 skjermene oppfyller AAPMs anbefalinger om en max luminans på  $\geq 170$   $\text{cd/m}^2$ , og samtlige skjermer oppfyller anbefalingen om en luminansratio på  $\geq 250$ . Ingen av skjermene hadde et avvik i homogenitet på mer enn 30 %. 4 granskningsstasjoner hadde et avvik i max luminans mellom skjermene på mer enn 10 %. Det største avviket var på 20,3 %.

18 av 24 skjermer gjengir gråtonene i henhold til DICOM GSDF, +/- 10 %. Seks skjermer har et avvik på mer enn 10 %. Av disse har tre skjermer avvik i startpunkt og / eller endepunkt av kurven, mens én skjerm har avvikende punkter midt på kurven (se eksempel i figur 6). To skjermer har et flertall av målepunktene utenfor grensen for 10 % avvik.



Figur 6 Eksempel på karakteristisk kurve med avvik mer enn 10 % midt på kurven

### 4.3.4 Samlet oversikt over skjermlytelse

Dette gir totalt følgende resultat:

Oversikt over avvik i forhold til anbefalinger knyttet til skjermfunksjon			
	<u>Gjøvik</u>	<u>Hamar</u>	<u>Lillehammer</u>
<b>Skjermoppløsning på 1600x1200 pixler</b>	0 % avvik (0 av 26 skjermer)	27,3 % avvik (6 av 22 skjermer)	8,3 % avvik (2 av 24 skjermer)
<b>L max <math>\geq 170 \text{ cd/m}^2</math></b>	3,9 % avvik (1 av 26 skjermer)	63,6 % avvik (14 av 22 skjermer)	8,3 % avvik (2 av 24 skjermer)
<b>L ratio <math>\geq 250</math></b>	0 % avvik (0 av 26 skjermer)	31,9 % avvik (7 av 22 skjermer)	0 % avvik (0 av 26 skjermer)
<b>L max – V/H skjerm <math>\leq 10 \%</math> forskjell</b>	23 % avvik (6 av 26 skjermer)	27,3 % avvik (6 av 22 skjermer)	33,3 % avvik (8 av 24 skjermer)
<b>Homogenitet <math>\leq 30 \%</math></b>	0 % avvik (0 av 26 skjermer)	0 % avvik (0 av 22 skjermer)	0 % avvik (0 av 24 skjermer)
<b>Gjengivelse i henhold til DICOM GSDF</b>	26,9 % avvik (7 av 26 skjermer)	68,2 % avvik (15 av 22 skjermer)	25 % avvik (6 av 24 skjermer)

Figur 7 Oversikt over avvik knyttet til skjermkvalitet og -ytelse, ved henholdsvis Gjøvik, Hamar og Lillehammer.

#### 4.3.5 Oppfattelse av kontrast

Vår subjektive oppfattelse av skjermenes evne til å vise kontrastforskjeller, er basert på vurderinger av testbildet TG18-QC (vedlegg nr. 1). Totalt var det 13 av 72 skjermer der kontrasten ble oppfattet som optimal. 4 av disse var på Gjøvik, 5 på Hamar og 4 på Lillehammer. På disse skjermene klarte vi å oppfatte alle de små firkantene i hjørnene. (Se figur nr. 3 for lettere å kunne forstå hva som menes .) På 64 skjermer så vi begge de store firkantene. På totalt 3 skjermer (1 på Hamar og 2 på Lillehammer) oppfattet vi testbildet som uklart.

## 4.4 Bakgrunnsbelysning, refleksjon og rengjøring

### 4.4.1 Bakgrunnsbelysning

Bakgrunnsbelysningen ble målt på begge skjermene på hver granskningsstasjon.

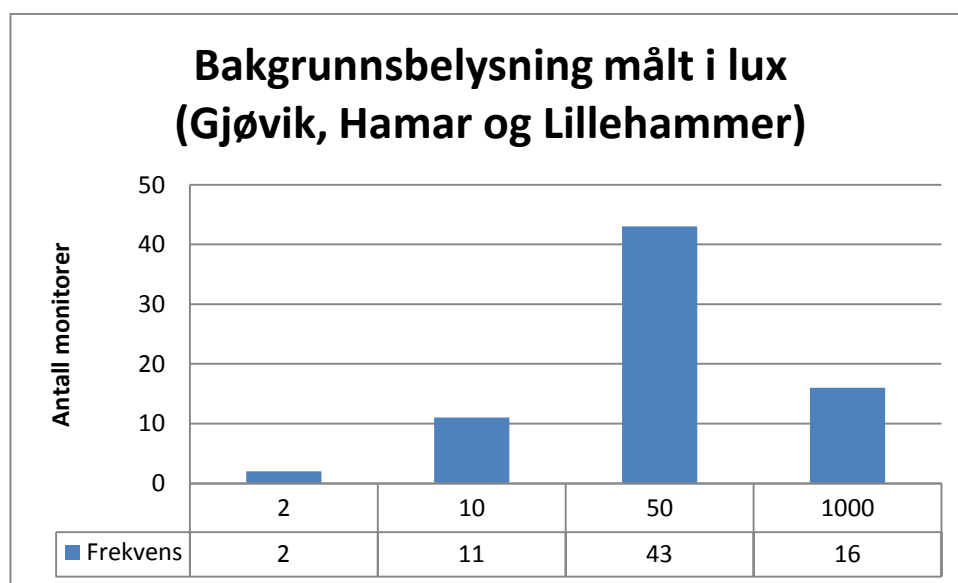
Resultatene viser at på Gjøvik hadde sju av 26 skjermer en bakgrunnsbelysning på  $\leq 10$

lux, som er i henhold til AAPMs anbefalinger. 15 av de resterende skjermene hadde en bakgrunnsbelysning  $\leq 50$  lux, som er i henhold til IHE Norges anbefalinger. De resterende fire skjermene hadde en bakgrunnsbelysning som lå over dette.

På Hamar viser resultatene at to av 22 skjermene hadde en bakgrunnsbelysning på  $\leq 10$  lux. Av de resterende 20 skjermene, hadde 18 skjermene en bakgrunnsbelysning på  $\leq 50$  lux, mens de to siste skjermene hadde en bakgrunnsbelysning som var høyere enn dette.

På Lillehammer hadde fire av 24 skjermene en bakgrunnsbelysning på  $\leq 10$  lux. To av disse skjermene hadde en bakgrunnsbelysning under 2 lux, som AAPM anbefaler som nedre grense. 10 av de resterende 20 skjermene hadde en bakgrunnsbelysning på  $\leq 50$  lux, mens de resterende 10 skjermene hadde en bakgrunnsbelysning som lå over dette.

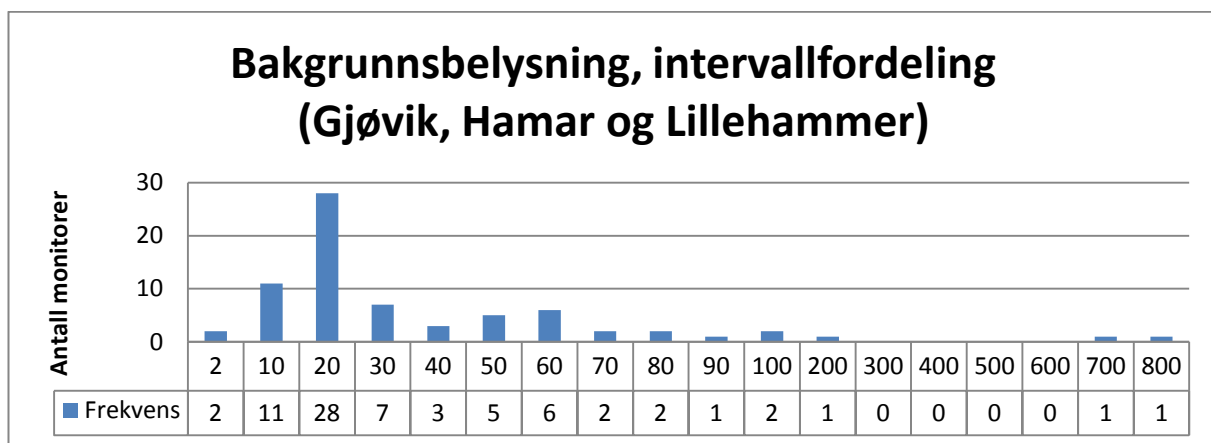
Resultatet for målingene av bakgrunnsbelysning viser totalt følgende fordeling:



**Figur 8 Bakgrunnsbelysning målt i lux (Gjøvik, Hamar og Lillehammer).**

**Frekvensfordelingen viser antall skjermene med målt bakgrunnsbelysning på under 2 lux, 2-10 lux, 10-50 lux, og mer enn 50 lux.**

Figur 9 viser hva slags lux-verdier som ble målt. Den laveste bakgrunnsbelysningen som ble målt, var 0,83 lux, mens den høyeste målte verdien var 754,3 lux.



Figur 9 Bakgrunnsbelysning, intervallfordeling (Gjøvik, Hamar og Lillehammer).

Frekvensfordelingen viser antall skjermer med bakgrunnsbelysning under 2 lux, mellom 2 og 10 lux, mellom 10 og 20 lux, osv.

RIS-/PACS-ansvarlig ved Hamar og Lillehammer opplyste at granskningsforholdene, inkludert bakgrunnsbelysningen, var radiologenes ansvar. På Gjøvik ble det opplyst at det var lagt til rette for gode granskningsforhold fra avdelingens side, og at dette ble fulgt opp av RIS-/PACS-ansvarlig. Vedkommende kunne imidlertid ikke svare på hvilke anbefalinger som ble fulgt.

#### 4.4.2 Refleksjon og rengjøring

Av de totalt 72 skjermene vi undersøkte, var det 5 skjermer som hadde lite eller ingen fingermerker / andre merker. Av disse 5 skjermene befant 2 seg på Gjøvik, 1 på Hamar og 2 på Lillehammer. 54 skjermer hadde tydelig refleksjon, mens 18 skjermer hadde lite eller ikke refleksjon fra omgivelseslys eller spesielle lyspunkter. Av de 18 skjermene, befant 8 seg på Gjøvik, og 10 på Lillehammer.

#### 4.5 Annet

Vi observerte også på to granskningsstasjoner at belysningsarmaturen ikke fungerte. En skjerm flimret og på en skjerm observerte vi "døde" pixler.

## 5.0 Diskusjon / drøfting

### 5.1 Rutiner

Både Gjøvik og Lillehammer har rutiner for regelmessig kvalitetskontroll av gransknings skjermene, mens dette pr. i dag ikke finnes på Hamar. Ved klage på en skjerm på Hamar, kontrolleres denne skjermen av med.tek. Det er en felles forståelse blant radiologer, RIS-/PACS-ansvarlig og med.tek. på alle tre stedene, at ansvaret for dette ligger hos med.tek. Det er derimot ingen enhetlig oppfattelse av hvem som har ansvaret når det gjelder granskningsforholdene for øvrig. På Gjøvik opplyses det at det er lagt til rette for gode granskningsforhold, og at RIS-/PACS-ansvarlig til dels etterser dette, men at det i siste instans er radiologene selv som må sørge for optimale granskningsforhold. Verken Lillehammer eller Hamar har klare retningslinjer på hvem som har ansvaret for å kontrollere eller legge til rette for optimale granskningsforhold, dvs. belysning, refleksjon m.m. RIS-/PACS-ansvarlig ved begge stedene mener imidlertid at dette må ligge under radiologenes ansvarsområde.

Både IHE Norge og AAPM TG18 er klare på at granskningsforholdene er av stor betydning når det gjelder granskning av bilder, siden sterkere bakgrunnsbelysning fører til større vanskeligheter med å oppfatte kontrastforskjeller i de mørke delene av bildene. Vi mener derfor at sykehusene, ut i fra anbefalingene, bør vurdere å opprette klarere retningslinjer når det gjelder hvem som er hovedansvarlig for granskningsforholdene. Resultatene kan også tyde på at radiologenes kunnskap om granskningsforholdene bør friskes opp noe.

Radiologisk avdeling på Hamar har skjermer som stort sett er fra 2005. Siden skjermytelsen reduseres over tid, mener vi at det er desto viktigere med gode rutiner for periodisk kontroll, etter hvert som skjermene blir eldre. Strålevernforskriften sier at det skal etableres et system for periodisk kontroll av apparatur og utstyr (Strålevernforskriften 2003). Vi mener derfor at det er betenkelig at dette ikke finnes på Hamar pr. i dag. Vi synes også det er merkelig at skjermer som ikke oppfylte anbefalingene i 2008, ble vurdert som gode nok tross dette, og at det heller ikke da ble opprettet noen form for periodisk kontroll på bakgrunn av disse resultatene.

## 5.2 Skjermytelse

Som presentert i figur nr. 7, sees det avvik i forhold til anbefalingene ved alle tre divisjonene. På Hamar sees det til dels særdeles store avvik.

### 5.2.1 Luminans

Gjøvik og Lillehammer har i hovedsak nye skjermer, av typen EIZO RadiForce RX211, innkjøpt i 2009. På samtlige av disse skjermene av denne typen har vi målt en max luminans som anbefalt. Den ene skjermen på Gjøvik, og de to skjermene på Lillehammer, som ikke har like høy max luminans som anbefalt, er eldre skjermer, som ikke er av samme type som resten. På Hamar er det kun åtte skjermer som har en så høy max luminans som anbefalt. Dette kan skyldes flere ting. Skjermenes maksimale lysstyrke slites over tid (Østbye et al. 2006), og siden gransknings skjermene på Hamar nå er fem år gamle, kan det synes logisk at de ikke lenger klarer å yte maksimalt. Imidlertid foregår det ikke periodisk kalibrering av gransknings skjermene på Hamar, og man kan derfor ikke vite om flere skjermer hadde nådd anbefalingene, dersom dette var blitt gjort.

### 5.2.2 Luminansratio

Når det gjelder luminansratio, oppfylder samtlige av gransknings skjermene på Gjøvik og Lillehammer anbefalingene. På Hamar er det til dels de samme skjermene som har en lavere luminansratio enn anbefalt, som de som har en lavere maksimal luminans enn anbefalt. Dette henger imidlertid ikke direkte sammen. Enkelte av skjermene med en lav max luminans, har en luminansratio godt over 250. Igjen mener vi at dette kan synes naturlig, når man tar skjermenes alder og manglende kalibrering i betraktning.

### 5.2.3 Homogenitet

Av alle skjermene vi testet, var det ingen som oversteg 30 % avvik i homogenitet. Imidlertid er det én skjerm på Gjøvik som fikk et målt avvik på 29,20 %. Dette er en skjerm som (etter det RIS-/PACS-ansvarlig opplyser) ikke blir kalibrert pr. i dag, fordi den i utgangspunktet ikke skal brukes til granskning.

### 5.2.4 Forskjeller i maksimal luminans

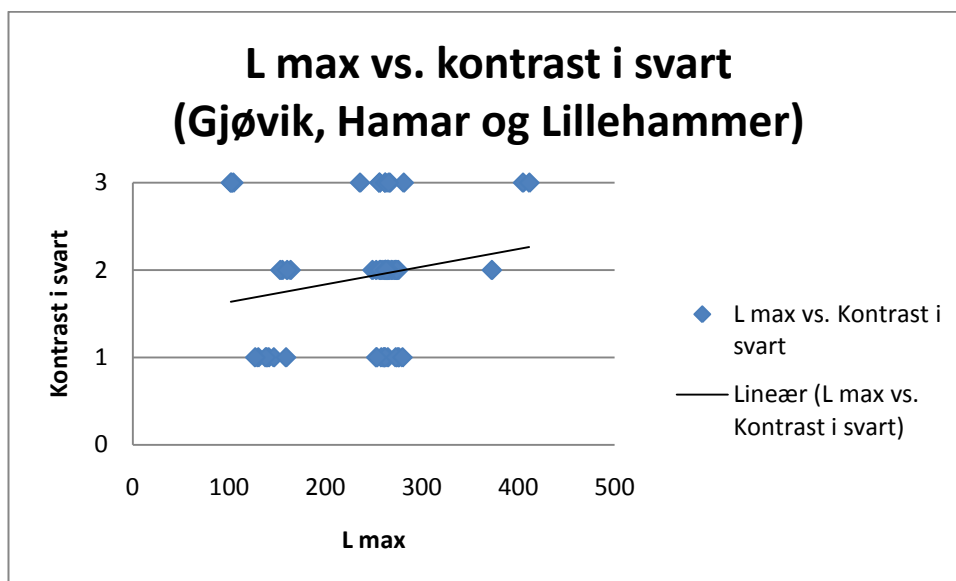
Når det gjelder forskjellen i maksimal lysstyrke fra høyre til venstre skjerm, skal denne ikke overstige 10 % (Samei, E. et al. 2005). De fleste granskningsstasjonene oppfylte

denne anbefalingen. Vi målte noen få unntak, hvor forskjellen lå i området 20-30 %. Imidlertid er det to granskningsstasjoner som utpeker seg, og hvor forskjellen mellom skjermene er på henholdsvis 227,10 % og 213,5 %. Begge disse stasjonene befinner seg på Gjøvik. Den ene av disse granskningsstasjonene, består av to ulike skjermtyper. Vi mener at forskjellen i maksimal luminans ved denne granskningsstasjonen kan skyldes forskjellige ting. Ulike tekniske spesifikasjoner kan være en årsak. Denne granskningsstasjonen skal i utgangspunktet foreløpig ikke brukes til granskning, og er ikke kalibrert til dette. Dette kan derfor være en medvirkende årsak. Bruker kan også ha innstilt skjermene forskjellig, når det gjelder lysstyrke. Den andre granskningsstasjonen skal være kalibrert, og vår mening er at en bruker kan ha justert lysstyrke på den ene eller begge skjermene. Disse fremsto subjektivt som veldig forskjellige, ved måling. Det bør her legges til at RIS-/PACS-ansvarlig på Gjøvik har opplyst at lysstyrke og kontrast ikke skal justeres av hver enkelt bruker, men at dette skal gjøres av RIS-/PACS-ansvarlig selv. Det er imidlertid vanskelig å kontrollere at dette ikke gjøres.

#### *5.2.5 Kontrast*

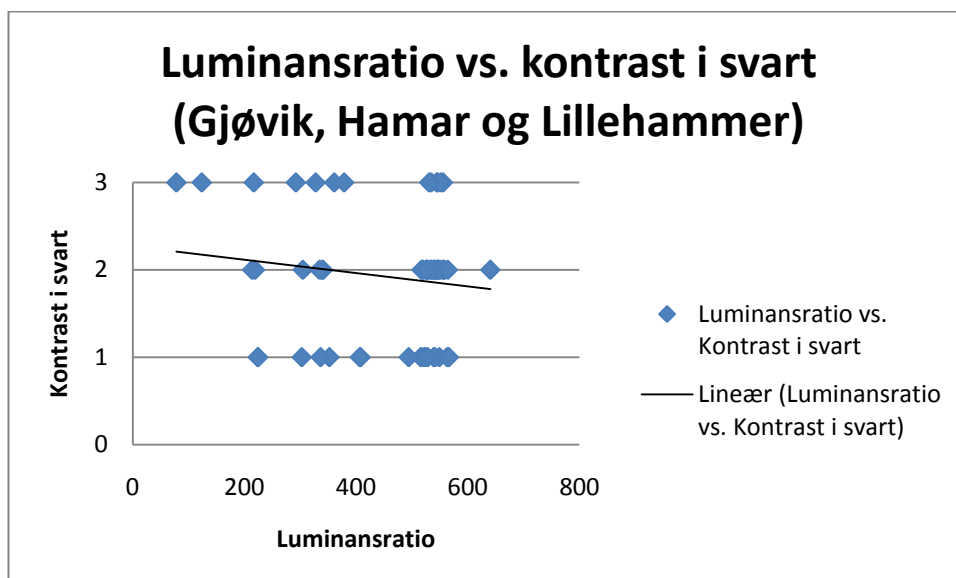
Vi opplevde, da vi subjektivt vurderte skjermenes kontrastgjengivelse ved hjelp av testbildet TG18-QC (vedlegg 1), at det kun var på et fåtall av skjermene at vi klarte å se alle de små firkantene (se forklaring i figur 3). Vi klarte heller ikke å se de store firkantene på alle. Siden det er vanskeligst å oppfatte kontrast i mørke områder (Nema 2000), tok vi utgangspunkt i de av de totalt 72 skjermene som viste god kontrastgjengivelse i hvitt, og forsøkte å finne åpenbare sammenhenger mellom gjengivelsen av kontrast i svart, og henholdsvis maksimal luminans (figur 10), luminansratio (figur 11) og bakgrunnsbelysning (figur 12), uten at vi klarte å påvise dette.





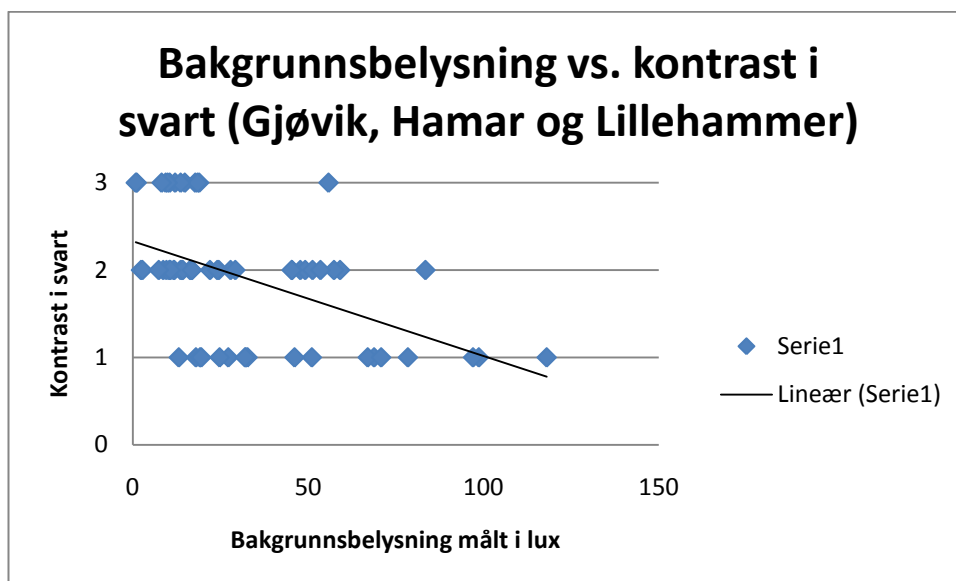
Figur 10 Max luminans vs. kontrast i svart.

Tallverdiene står her for 1=Ser ingen små firkanter i svart, 2=Ser noen små firkanter i svart, og 3=Ser alle små firkantene i svart.



Figur 11 Luminansratio vs. kontrast i svart.

Tallverdiene står her for 1=Ser ingen små firkanter i svart, 2=Ser noen små firkanter i svart, og 3=Ser alle små firkantene i svart.



Figur 12 Bakgrunnsbelysning vs. kontrast i svart.

Tallverdiene står her for 1=Ser ingen små firkanter i svart, 2=Ser noen små firkanter i svart, og 3=Ser alle små firkantene i svart.

Vi forsøkte også å gjøre dette for hver av stedene, for å se om vi kunne oppdage noen merkbare forskjeller som kunne relateres til kalibreringsrutinene ved de forskjellige divisjonene. Vi klarte imidlertid heller ikke her å se noen åpenbare sammenhenger ut i fra disse resultatene.

### 5.2.6 Oppløsning

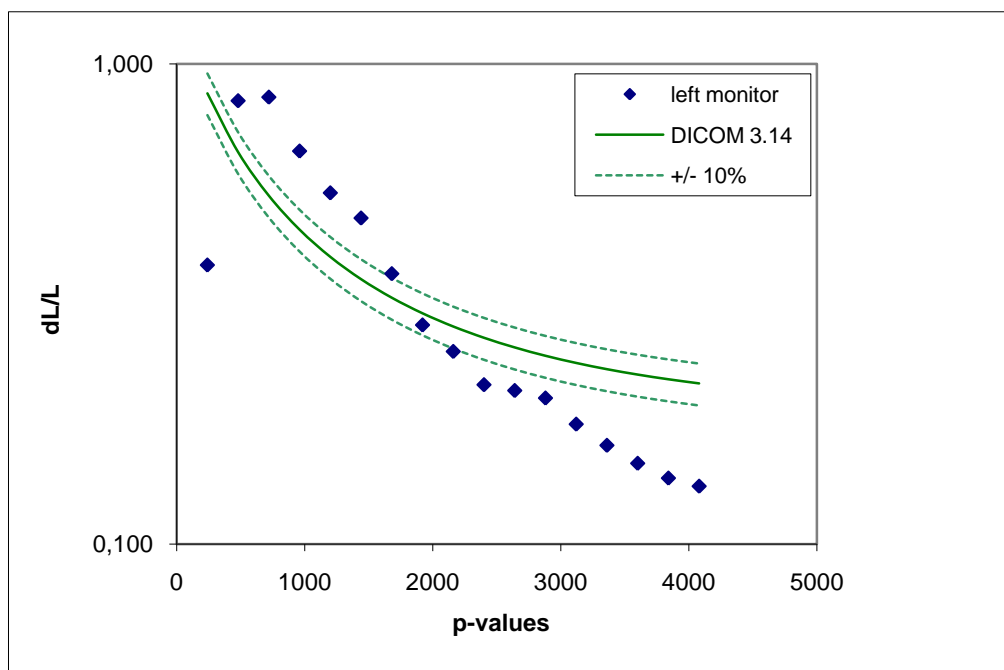
Alle tre avdelingene opplyste at alle bilder i utgangspunktet skal kunne granskes på samtlige skjermer. Alle skjermer bør derfor ha en oppløsning på minst 1600x1200 pixler (Samei, E. et al. 2005; Østbye et al. 2006). På Gjøvik har samtlige skjermer en oppløsning som anbefalt, mens på Lillehammer er det to skjermer med en oppløsning på 1280x1024 pixler. Disse brukes i utgangspunktet kun til granskning av ultralydbilder. Dette kan forsvares i forhold til IHE Norges anbefalinger (Østbye et al. 2006), dersom skjermene kun brukes til ultralydgranskning, men er ikke anbefalt fra AAPM TG18 (Samei, E. et al. 2005). Vår mening er at skjermene bør ha en høyere oppløsning, siden avdelingen selv opplyser at alle typer bilder skal kunne granskes på samtlige skjermer.

### 5.2.7 Karakteristisk kurve

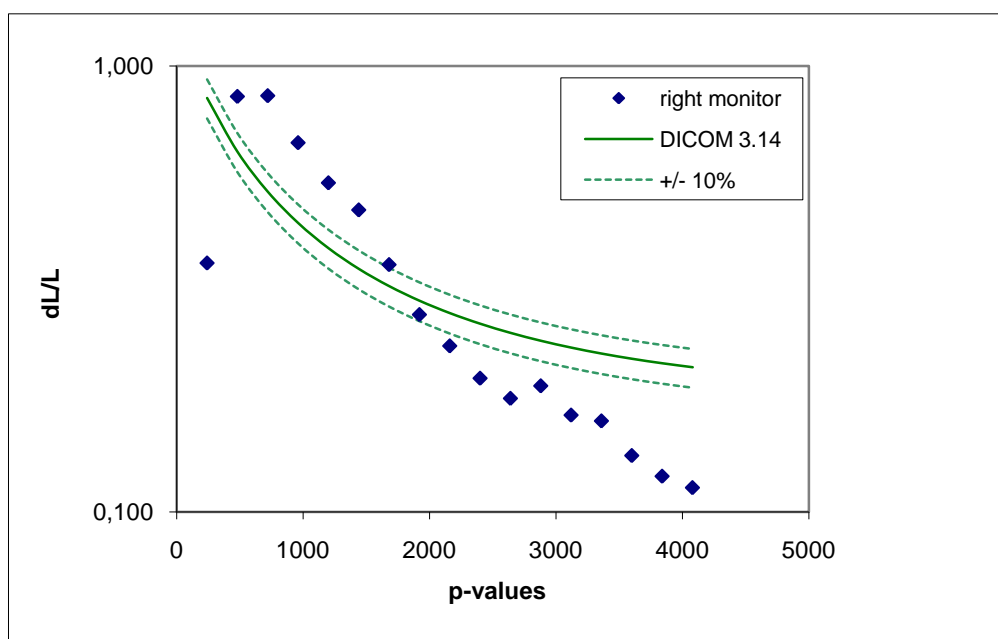
Ved testing av skjermenes evne til å gjengi gråtoner som standardisert i DICOM part 14 GSDF(Nema 2000), registrerte vi i hovedsak tre forskjellige typer avvik. Ved avvik i

endepunkt av den karakteristiske kurven, kan dette etter vår mening skyldes at skjermen er innstilt for ”lyst” eller ”mørkt” (se eksempel i figur 5). Som et eksempel kan vi si at dersom en skjerm er innstilt så ”lyst” av vi måler skjermens maksimale luminans ved bruk av det nest lyseste testbildet (TG18-LN12-17), vil det oppstå et stort avvik ved bruk av det lyseste bildet. Dette fordi skjermen ikke har mulighet til å vise en høyere luminans enn allerede målt. Det samme kan man oppleve i den mørkeste delen av gråtoneskalaen.

Den andre typen avvik som utpekte seg, var i de tilfellene hvor flesteparten av punktene lå utenfor grensen for 10 % avvik i forhold til DICOM GSDF. Et eksempel på dette sees i figur nr. 4. Det er flere skjermer med denne type karakteristisk kurve på Hamar enn på de to andre stedene, og dette kan etter vår mening ha sammenheng med manglende kalibreringsrutiner. På Gjøvik registrerte vi at den granskningsstasjonen med en differanse i maksimal luminans på over 200 %, også hadde en skjerm med en særdeles avvikende karakteristisk kurve. På Lillehammer registrerte vi at den granskningsstasjonen med de to 1280x1024-skjermene, også hadde karakteristiske kurver som avvek veldig fra den ideelle kurven. Både Lillehammer og Gjøvik har i utgangspunktet gode rutiner for jevnlig kalibrering, og vi antar derfor at spesielle forhold har gjort at disse avvikene ikke er fanget opp. Vi synes det er påfallende at den aktuelle granskningsstasjonen på Lillehammer har et såpass stort avvik på begge skjermene, og mener at dette avviket vil kunne ha betydning for granskning av bildene, siden man ikke vil kunne få en korrekt fremstilling av gråtoner og kontrast på noen av skjermene. Den karakteristiske kurven for de to aktuelle skjermene er gjengitt i figur nr. 13 og 14.



Figur 13 Skjerm på Lillehammer med karakteristisk kurve som i stor grad avviker fra idealet (venstre skjerm)



Figur 14 Skjerm på Lillehammer med karakteristisk kurve som i stor grad avviker fra idealet (høyre skjerm)

Den siste typen avvik vi registrerte, var i de tilfellene hvor det oppsto avvik midt på den karakteristiske kurven. Se eksempel i figur nr 6. Det er vanskelig å si hva dette kan skyldes. Vår mening er at denne type avvik sannsynligvis ikke kan skyldes manglende

kalibrering. Siden første og siste målingpunkt på kurven ikke avviker fra idealet, kan vi heller ikke se at det kan skyldes feil innstilling av lysstyrke. Vi lurte derfor på om dette muligens kan skyldes feil i forbindelse med skjermkortene i de aktuelle skjermene. Utover dette har vi ingen forklaringer på denne typen avvik.

## **5.3 Bakgrunnsbelysning, refleksjon og rengjøring**

### **5.3.1 Bakgrunnsbelysning**

Bakgrunnsbelysningen på begge skjermene på hver granskningsstasjon ble målt, fordi denne kan variere med plasseringen av skjermen. Som vist under ”Resultater”, er det totalt 56 av 72 skjermer som har en målt bakgrunnsbelysning på under 50 lux, og som dermed oppfyller minst én av anbefalingene vi har gått ut i fra. Dersom man skal gå ut i fra AAPM TG18s anbefalinger, er det kun 11 skjermer som har en bakgrunnsbelysning innenfor de gitte anbefalingene. I hvilken grad man skal ta utgangspunkt i den ene eller den andre anbefalingen, mener vi at sykehusene selv må ta stilling til, siden det ikke dreier seg om absolutte krav. Det viktigste er at det er et bevisst forhold til nivået på bakgrunnsbelysningen. Imidlertid viser resultatene at enkelte granskningsstasjoner har en bakgrunnsbelysning på verdier langt over anbefalt nivå, uavhengig av hvilken anbefaling som følges. Lillehammer utpeker seg her, med målte verdier over 750 lux. Til sammenligning oppgir AAPM TG18 at en bakgrunnsbelysning på 3-400 lux er normalt i operasjonsstuer (Samei, E. et al. 2005). På den aktuelle granskningsstasjonen var to av veggene dekket av vinduer. Disse hadde lyse, tynne gardiner. Vi har forståelse for at sykehusene må bruke og utnytte den plassen og de rommene de har til disposisjon, og at disse ikke alltid er ideelle i forhold til det de skal brukes til. I litteraturen hevdes det at bakgrunnsbelysningen har stor betydning når det gjelder granskning av bilder, og vi mener derfor at man i størst mulig grad må legge til rette for gunstige granskningsforhold. Vi har imidlertid ikke sett noen klar sammenheng mellom bakgrunnsbelysningen og oppfattelsen av kontrastforskjeller i den mørke delen av gråtoneskalaen, men utvalget av skjermer i vår undersøkelse er ikke stort nok til at det kan trekkes noen entydige konklusjoner i forhold til dette.

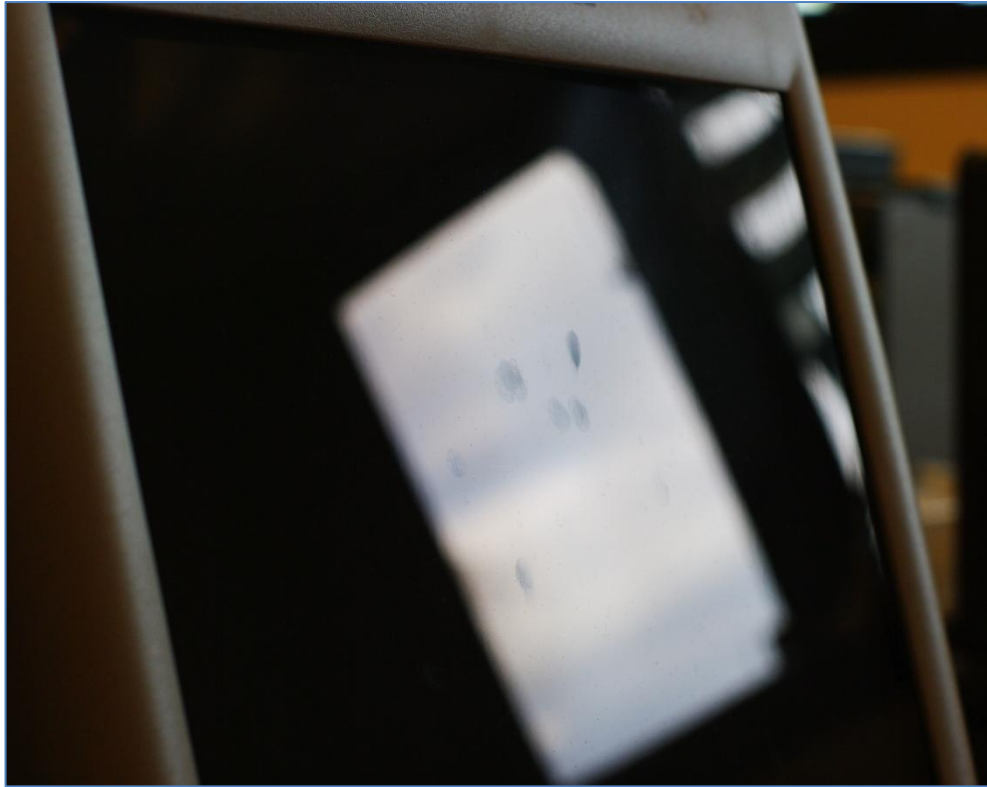
### **5.3.2 Refleksjon**

Refleksjonen i skjermen vil avhenge av plassering av lyskilder, bakgrunnsbelysning m.m. Siden ikke alle rommene som brukes til granskning er bygget til dette formålet,

men ominnredet i senere tid, kan det etter vår mening være utfordrende å oppnå optimale granskningsforhold med tanke på refleksjoner. Uheldige plasseringer av granskningsstasjoner og / eller belysning, kan også være et resultat av manglende kunnskap eller bevissthet fra den ansvarliges side. Under målingene opplevde vi at en granskningsstasjon kunne være utstyrt med gunstig type belysning, og at plasseringen av denne var i henhold til IHE Norges anbefalinger (Østbye et al. 2006). Allikevel kunne granskningsstasjonenes plassering i forhold til hverandre gjøre at man opplevde refleksjoner i skjermen fra skjermene eller belysningen på granskningsstasjonen i motsatt ende av rommet. Vi så også eksempler på såkalt diffus refleksjon (Flynn & Badano 1999), der granskningsstasjonene var plassert gunstig i forhold til hverandre, men hvor bakgrunnsbelysningen var for høy. Vi valgte å dele skjermene inn i to grupper: De gruppene som hadde lite eller ingen refleksjon, og de skjermene som hadde refleksjon av betydning. 75 % av skjermene hadde refleksjoner av betydning, men resultatet er basert på subjektive målinger, og ville muligens ha vært et annet dersom andre hadde vurdert skjermene. Allikevel mener vi at dette tallet er såpass høyt, at det indikerer avvik i forhold til anbefalingene, selv om resultatet er basert på subjektive målinger.

### **5.3.3 Rengjøring av skjermer**

Subjektiv vurdering viste at hele 93 % av skjermene hadde sjenerende støv, fingermerker eller andre typer flekker, som illustrert i figur nr. 15. På enkelte skjermer så vi kulepennermerker, og tre skjermer hadde merker som fremsto som riper. Vi mener at det må være brukerens soleklare ansvar å sørge for at skjermen er ren før den tas i bruk til granskning. IHE Norge fremhever viktigheten av rengjøring av skjermene (Østbye et al. 2006), og vi ser ingen grunn til å betvile dette. Hvor hyppig dette skal gjøres, må være opp til den enkelte, men vi mener at tydelige flekker må være til sjenanse ved granskning av bilder.



Figur 15 Illustrasjonsfoto som viser refleksjon og fingermerker på skjerm.

## 5.4 Annet

Som beskrevet under ”Resultat”, observerte vi feil på enkelte skjermer. Det kan være flere årsaker til at disse ikke er utbedret. Dersom feilene er uopprettelige, og dette er blitt informert om, kan det være at skjermen må brukes som den er, inntil ny skjerm er installert. Det kan også være at feilen ikke er rapportert. Da vil den sannsynligvis bli oppdaget ved neste periodiske kontroll, der dette er en innarbeidet rutine.

Manglende rapportering fra bruker, kan også være årsaken til at defekt arbeidsbelysning ikke er reparert. Vi observerte dette på to arbeidsstasjoner. Denne type mangel kan selvfølgelig også skyldes manglende oppfølging fra den som har ansvaret for vedlikehold. Vi har ikke grunnlag for å si hva manglene skyldes.

## 5.5 Metodekritikk

Etter vår mening var det begrensede muligheter i valg av metode med tanke på formålet med oppgaven. Lysforhold og skjermlyse er målbare data, og det var derfor naturlig å undersøke dette med en kvantitativ tilnærming.

De objektive målingene kan selvfølgelig inneholde feil, men dette er sjekket så langt det lot seg gjøre. De subjektive vurderingene har vært mer utfordrende, siden ulike personer kan oppfatte og se ting forskjellig. Imidlertid har vi forsøkt å vurdere dette på en så ensartet måte som mulig, ved at samme person har stått for alle de subjektive vurderingene.

Vi har, så langt det lot seg gjøre, forsøkt å eliminere alle feilkilder. Vi mener derfor at validitet og reliabilitet er ivaretatt i oppgaven.

## **5.6 Konsekvenser for praksis og forslag til endringer**

Det sees avvik i forhold til anbefalingene både på Gjøvik, Hamar og Lillehammer.

Avvikene er til dels så store, at vi mener det kan ha innvirkning på granskningskvaliteten. Kalibreringsrutinene er i større grad ivaretatt på Gjøvik og Lillehammer enn på Hamar, men avvikene som avdekkes viser at det er rom for bedre oppfølging. På Hamar er rutinene for periodisk kvalitetskontroll fraværende, og det bør være i alles interesse at dette utarbeides snarest. Granskningsforholdene forøvrig, og da spesielt lysforholdene, ser ut til å være best ivaretatt på Gjøvik, mens Lillehammer har enkelte granskningsstasjoner hvor det er et stort behov for å redusere bakgrunnsbelysningen. Dette kan gjøres ved hjelp av enkle og rimelige tiltak. Både på Lillehammer og på Hamar kan det virke som om det er uklart hvem som har ansvaret for dette, og dette bør derfor tydeliggjøres. Jevnt over er det skjermene av god kvalitet som brukes til granskning på Gjøvik og Lillehammer, men gjengivelsen av gråtoner i forhold til GSDF-standarden, avviker allikevel i betydelig grad. Hamar har de eldste skjermene, og dette bærer testresultatene preg av. Siden skjermlytelsen reduseres over tid, mener vi at Hamar hadde vært tjent med gode kalibreringsrutiner, for å sikre en så optimal skjermlytelse som mulig.



## 6.0 Konklusjon

Det finnes flere granskningsstasjoner ved de radiologiske avdelingene ved både Gjøvik, Hamar og Lillehammer, som ikke oppfyller anbefalingene i forhold til skjermkvalitet, kalibrering og lysforhold. Når det gjelder avvik i forhold til kalibrering etter DICOM GSDF, viser resultatene avvik på henholdsvis 25 %, 26,9 % og 68,2 % ved de tre avdelingene.

Totalt sett er det ulik grad av avvik på de tre stedene, og enkelte granskningsstasjoner kan med små tiltak oppnå langt bedre granskningsforhold. Derimot viser resultatene også store avvik som krever langt mer omfattende utbedringer for å innfri anbefalingene. Etter vår mening dreier dette seg om avvik av en slik størrelsesorden at det kan ha betydning for granskningskvaliteten, og at det derfor er fare for at det kan gå ut over kvaliteten på den diagnostiske sikkerheten.

Det er også forskjellige typer avvik på de tre stedene. Hamar har størst forbedringspotensiale når det gjelder skjermkvalitet og -ytelse, samt at det snarest bør utarbeides klare retningslinjer for jevnlig kvalitetskontroll av skjermene. Det at det på Hamar granskes bilder på skjermer som ikke har en oppløsning som oppfyller anbefalingene, bør ha konsekvenser for hvilke typer bilder som kan granskes på disse skjermene. Lillehammer bør i større grad tilstrebe en optimalisering av lysforholdene på de forskjellige granskningsstasjonene. Gjøvik hadde ikke avvik som utpekte seg i samme grad som på Hamar og Lillehammer, men også her kan rutinene forbedres på ulike felt. Generelt bør det klargjøres hvem som har ansvaret når det gjelder granskningsforholdene utover det rent skjermtekniske, slik at dette kan bli fulgt opp bedre.

### 6.1 Forslag til videre arbeid

Vi klarte, i vår undersøkelse, ikke å påvise hvorvidt det å oppfatte små kontrastforskjeller i bildet hadde noen sammenheng med henholdsvis bakgrunnsbelysning, maksimal luminans eller luminansratio. Dette kan derfor være et aktuelt tema for videre undersøkelser. Det kunne også være av interesse å undersøke nærmere hva slags kunnskaper radiologene besitter, når det gjelder granskningsforhold,

og hvorvidt det gjøres fortløpende vurderinger i forhold til om de eksisterende granskningsforholdene er som anbefalt.

## **7.0 Etterord**

Gjennom arbeidet med denne oppgaven, har vi sett viktigheten av gode kalibreringsrutiner, og tydeliggjøring av ansvarsforhold. Arbeidet har vært lærerikt, og har gitt oss ny kunnskap om hvilken betydning skjermkvalitet har for granskning av røntgenbilder og andre bilder fra bildedannende modaliteter.

Vi mener at vi valgte en metode som var hensiktsmessig i forhold til problemstillingen, og at resultatene vi fikk i stor grad har bekreftet dette.

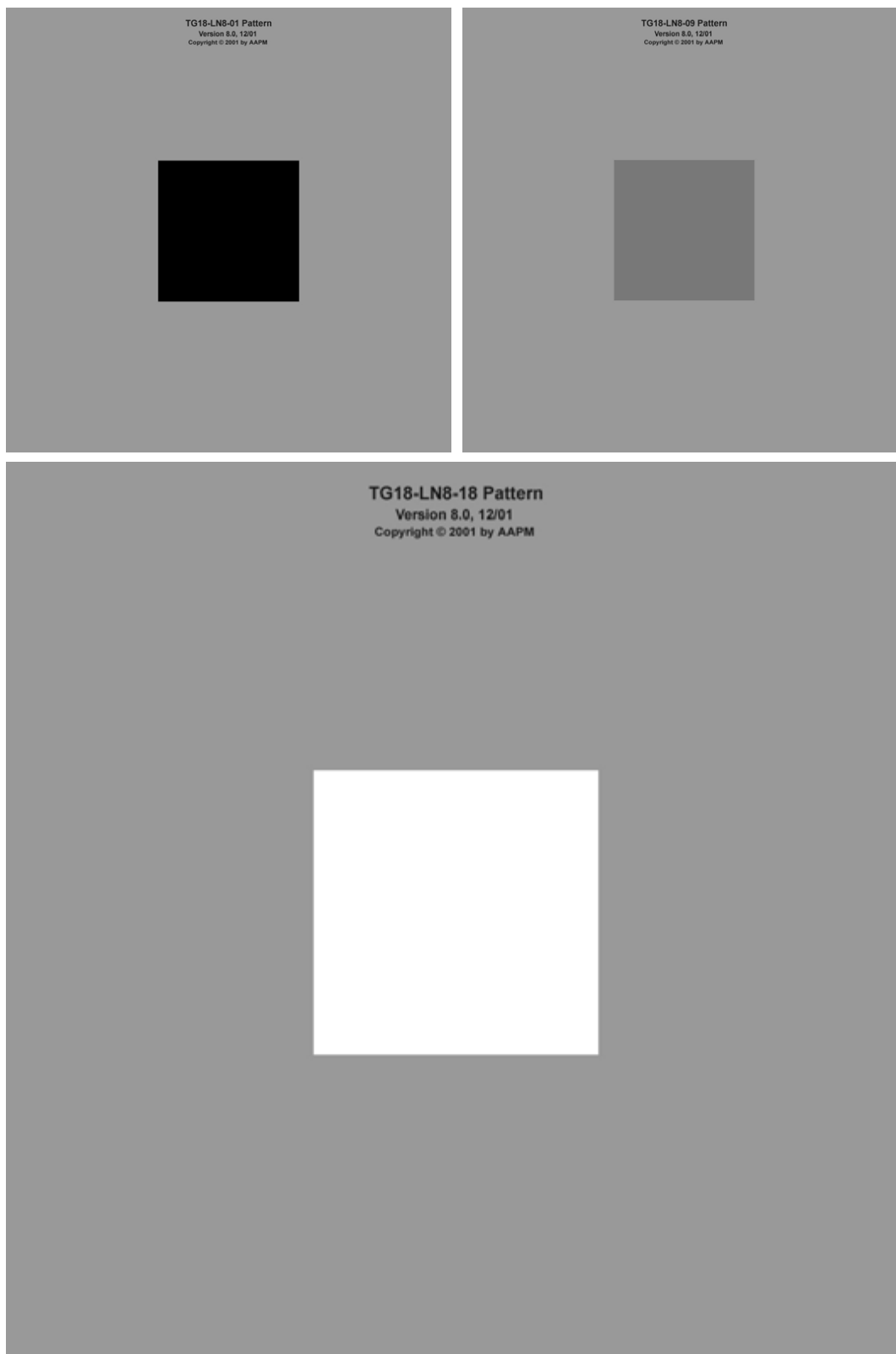
## 8.0 Litteraturliste

- EIZO. (2010). *RadiForce RX211*. Tilgjengelig fra: <http://www.radiforce.com/en/products/col-rx211.html> (lest 2010-05-19).
- Ertzaas, A. K. O. (2003). *Mammografiprogrammet: kvalitetsmanual*. Oslo, Krefregisteret. 188 s.
- Flynn, M. & Badano, A. (1999). *Image quality degradation by light scattering in display devices*. Journal of Digital Imaging. Tilgjengelig fra: <http://dx.doi.org/10.1007/BF03168843> (lest 2010-05-19).
- Helsepersonelloven. (2001). *Lov om helsepersonell m.v. (helsepersonelloven) : LOV 1999-07-02 nr 64*. Oslo, Lovdata. Tilgjengelig fra: <http://www.lovdata.no/all/hl-19990702-064.html> (lest 2010-05-19).
- Lov om statlig tilsyn med helsetjenesten. (1984). *Lov om statlig tilsyn med helsetjenesten : LOV 1984-03-30 nr 15*. Oslo, Lovdata. Tilgjengelig fra: <http://www.lovdata.no/all/hl-19840330-015.html> (lest 2010-05-19).
- LRBC, L. R. v. b. o. B. *National Expert and Training Centre for Breast Cancer Screening*. Nijmegen, LRBC. Tilgjengelig fra: <http://www.lrcb.nl/> (lest 2010-05-19).
- Nema, P. S. (2000). 3.14 Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Part 14: Grayscale Standard Display Function. Rosslyn, VA: *National Electrical Manufacturers Association*.
- Samei, E. & Wright, S. L. (2004). *Effect of viewing angle response on DICOM compliance of liquid crystal displays*. 1 utg. Medical Imaging 2004: PACS and Imaging Informatics. San Diego, CA, USA, SPIE. Tilgjengelig fra: <http://link.aip.org/link/?PSI/5371/170/1> (lest 2010-05-19).
- Samei, E., Badano, A., Chakraborty, D., Compton, K., Cornelius, C., Corrigan, K., Flynn, M. J., Hemminger, B., Hangiandreou, N. & Johnson, J. (2005). Assessment of display performance for medical imaging systems. *Draft Report, AAPM, Task Group*. 154 s.
- Spesialisthelsetjenesteloven. (2001). *Lov om spesialisthelsetjenesten m.m. (spesialisthelsetjenesteloven) : LOV 1999-07-02 nr 61*. Oslo, Lovdata. Tilgjengelig fra: <http://www.lovdata.no/all/nl-19990702-061.html> (lest 2010-05-19).
- Strålevernforskriften. (2003). *Forskrift om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften) : FOR 2003-11-21 nr 1362*. Oslo, Lovdata. Tilgjengelig fra: <http://www.lovdata.no/for/sf/ho/xo-20031121-1362.html> (lest 2010-05-19).
- Strålevernloven. (2000). *Lov om strålevern og bruk av stråling : LOV 2000-05-12 nr 36*. Oslo, Lovdata. Tilgjengelig fra: <http://www.lovdata.no/all/nl-20000512-036.html> (lest 2010-05-19).

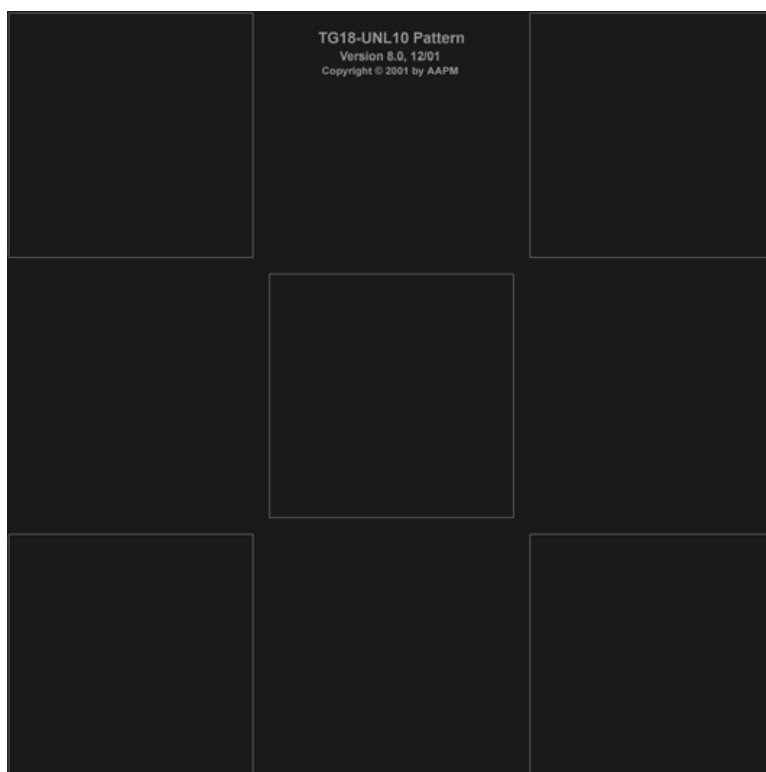
Østbye, P. H., Olsen, T., Skar, Y., Bosgraaf, R. & Iversen, E. M. (2006). *Anbefaling av kvalitetsnivå og kvalitetskontroll for skjermer til bruk innenfor digital radiologi, IHE Norge*. Tilgjengelig fra: [http://www.kith.no/upload/1222/IHE-DokumentSkjermkvalitet-v1\\_1.pdf](http://www.kith.no/upload/1222/IHE-DokumentSkjermkvalitet-v1_1.pdf) (lest 2010-05-19).



## Vedlegg 2 - Eksempler på testbildene i serien TG18-LN12 1-18



### Vedlegg 3 – Testbildene TG18-UNL10 og TG18-UNL80



## Vedlegg 4 – Tekstdokument brukt til registrering av data

# Målinger

---

**Sted:**

**Lab:**

**Stasjon nr:**

- Bakgrunnsbelysning (type, plassering):
- Plassering av monitor:
- Gjenskinn i monitor fra andre monitører, vegger, vinduer, dører osv:
- Type lyskilde / fornuftig plassering av lyskilde:
- Søl / flekker på skjerm:
- Kan det gjøres enkle tiltak for å forbedre situasjonen?

**Venstre skjerm:**

- Type skjerm:
- Tilkobling:
- Målt bakgrunnsbelysning:
- Beskrivelse, bilde 1 (TG18-QC):
  - Firkanter i svart / hvitt:
  - Små firkanter i hjørnene:
  - Gråtoner:
  - Kontrastskarphet:
  - Ellers:

**Høyre skjerm:**

- Type skjerm:
- Tilkobling:
- Målt bakgrunnsbelysning:
- Beskrivelse, bilde 1 (TG18-QC):
  - Firkanter i svart / hvitt:
  - Små firkanter i hjørnene:
  - Gråtoner:
  - Kontrastskarphet:
  - Ellers:



## **Vedlegg 5 - Regneark brukt til registrering av data.**

Utarbeidet av Landelijk Referentiecentrum voor bevolkingsonderzoek op Borstkanker i Nederland (LRBC), bearbeidet av Statens Strålevern

**Vedlagt på CD.**

## **Vedlegg 6 - Regneark utarbeidet for kvantifisering av data.**

Utarbeidet av oss

**Vedlagt på CD.**

## Vedlegg 7 – Skriftlig tillatelse til gjennomføring av undersøkelsen

### SÆRAVTALE FOU-SAMARBEID MELLOM SYKEHUSET INNLANDET HF OG INNLANDSHØGSKOLENE

Forskningsprosjektets navn: Radiologenes granskningsstasjoner: skjermkalibrering og lysforhold  
Prosjektleder: Anders Widmark, Førstelektor  
Afdeling: Helse, omsorg og sykepleie  
Institusjon: Høgskolen i Gjøvik

#### ***PARTENE***

1. Institusjon: Sykehuset Innlandet (SI)  
Prosjektets kontaktperson ved SI;  
(navn og tittel) **Jarle Brudevoll, avdelingssjef radiologisk SI Gjøvik**  
Tlf: 98 61 24 24  
E-post: [jarle.brudevoll@sykehuset-innlandet.no](mailto:jarle.brudevoll@sykehuset-innlandet.no)
2. Avdeling i SI hvor prosjektet gjennomføres:  
Navn, tittel, tlf og adresse  
**Radiologiske avdelinger ved:**  
SI Gjøvik, Kyrre Greppsgt. 11, 2819 Gjøvik  
Tlf: 611 57 181  
Kontaktperson: Elin Enebo, tlf. 941 49 869  
E-post: [elinjorun.enebo@sykehuset-innlandet.no](mailto:elinjorun.enebo@sykehuset-innlandet.no)  
SI Lillehammer, Anders Sandvigsgt. 17, Serviceboks 2629 Lillehammer  
Tlf: 06200  
Kontaktperson: Stian Skamsar  
E-post: [stian.skamsar@sykehuset-innlandet.no](mailto:stian.skamsar@sykehuset-innlandet.no)  
SI Hamar, Skolegata 32, 2326 Hamar  
Tlf: 06200  
Kontaktperson: Aase Storsveen  
E-post: [aase.storsveen@sykehuset-innlandet.no](mailto:aase.storsveen@sykehuset-innlandet.no)

- |   |   |
|---|---|
| 1. Institusjon:                                       | Høgskolen i Gjøvik                      |
| Prosjektets kontaktperson ved høgskolen               | Anders Widmark, Førstelektor            |
| 2. Avdeling i høgskolen hvor prosjektet gjennomføres: | Avdeling for helse, omsorg og sykepleie |

### **SØRAVTALE**

Samarbeidet følger overordnet samarbeidsavtale hvis ikke annet er anført nedenfor. (Alle punkter skal besvares, evt. anføres "Ikke aktuelt" hvis det ikke er aktuelt for dette prosjektet for derved å vise at det er vurdert). For dette prosjektet er partene enige om følgende:

#### **Samarbeidsform og prosjektorganisering**

Dette er en bacheloroppgave. Prosjektleder og veileder er førstelektor Anders Widmark. Kandidatene er Guro Halmrast og Ingvild Solbakken. Avdelinger som er involvert i prosjektet er radiologiske avdelinger ved Sykehuset Innlandet, ved Gjøvik, Hamar og Lillehammer.

#### **Data**

Databehandlingsansvarlig er Høgskolen i Gjøvik. I prosjektet forekommer følgende typer data: innlagte testbilder fra granskningskjermer. Prosjektet kommer til å publiseres som en monografisk bacheloroppgave. Oppgaven publiseres internt på Høgskolen i Gjøvik via den interne biblioteksdatatabasen Higia dersom studentene oppnår karakter B eller bedre. Ved lavere karakter publiseres ikke resultatene. Evt. kommer en vitenskaplig artikkel til å skrives.

#### **Økonomi**

Prosjektet gjennomføres som en bacheloroppgave uten eget budsjett. Kontaktradiografen på hver avdeling legger ut testbildet på granskningsstasjonene. Øvrig arbeid på skjerm utføres av studentene på kveld og helg når skjermene ikke er i bruk.

#### **Fremdriftsplan**

Se prosjektplan.

**SIGNATURER**

Avdelingssjef i SI hvor  
prosjektet gjennomføres.

Dato: 26/3 - 10

Sign:

Jale Brudevoll  
Avdelingssjef  
Radiologisk avdeling  
Sykehuset Innlandet HF  
2012 Qvivi

Forskningsansvarlig i  
høgskolen:

Dato:

14.04.10

Sign:

Prosjektleder

Dato:

Sign:

