

Thomas Fagerli Andersen, Siv Merete Kirkeby  
Bredesen, Erik André Melum

## Bedømmelse av bildekvalitet ved endringer av mAs-verdi ut fra Visual Grading Analysis

Image quality assessment for changes in mAs  
values based on Visual Grading Analysis

Bacheloroppgave i Radiografi

Veileder: Anders Widmark

Mai 2020



Thomas Fagerli Andersen, Siv Merete Kirkeby  
Bredesen, Erik André Melum

# **Bedømmelse av bildekvalitet ved endringer av mAs-verdi ut fra Visual Grading Analysis**

Image quality assessment for changes in mAs values  
based on Visual Grading Analysis

Bacheloroppgave i Radiografi  
Veileder: Anders Widmark  
Mai 2020

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for medisin og helsevitenskap  
Institutt for helsevitenskap i Gjøvik



**NTNU**

Kunnskap for en bedre verden



## SAMMENDRAG

Tittel:	Dato: 06/05-2020	
	Bedømmelse av bildekvalitet ved endringer av mAs-verdi ut fra Visual Grading Analysis	
Deltaker(e)/	Thomas F. Andersen, Siv Merete K. Bredesen og Erik André Melum	
Veileder(e):	Anders Widmark	
Evt.		
Stikkord/nøkkel	Visual Grading Analysis, Bildekvalitet, Thorax, Phantom (3-5 stk)	
Antall sider/ord: 39/ 7594	Antall vedlegg: 5	Publiseringsavtale inngått (ja/nei): Ja
Kort beskrivelse av bacheloroppgaven:		
<p><b>Problemstilling:</b> I hvilken grad er 3 års radiografstudenter ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) Gjøvik i stand til å bedømme bildekvaliteten ved thorax bilder ut ifra Visual Grading Analysis (VGA). Finnes det gjenspeiling ved endring i mAs- verdi og studentenes vurderinger av bildekvalitet?</p>		
<p><b>Hensikt:</b> Undersøke i hvilken grad 3 års radiografistudenter er i stand til å bedømme bildekvalitet ved røntgen thorax bilder.</p>		
<p><b>Metode:</b> En kvantitativ metode, hvor det er utført et eksperiment. Det har blitt benyttet et «QC Phantom for Digital Chest Radiography» hvor det har blitt tatt 20 bilder. Deltakerne ved 3 års radiografstudie skulle bedømme 20 bildesett opp mot et referansebilde, ut ifra VGA.</p>		
<p><b>Resultat:</b> Resultatet fra eksperimentet ble satt opp i VGA score (poengskala). Bildene med mAs-verdier under referanse bildet (0.71 mAs), 0.56 mAs og 0.5 mAs vurderes som dårligere bilder. Ved 0.63 mAs, mer delte meninger og lite flertall vurderte bildet litt dårligere enn referansebildet. Bilder fra 0.8 mAs til 1.1 mAs, hadde en økning i positiv vurdering. Fra 1.25 mAs til 1.6 mAs, var det en splittelse i vurderingen. Fra 1.8 mAs til 4.5 mAs, mente deltakerne at var dårligere i kvalitet.</p>		
<p><b>Konklusjon:</b> Denne studien har vist at 3 års radiografistudenter ved NTNU Gjøvik har en høy grad av enighet når det kommer til vurdering av bildekvalitet, og at mAs har en direkte innvirkning på oppfattelse av bildekvalitet.</p>		

## ABSTRACT

Title:	Date: 06/05-2020
<u>Image quality assessment for changes in mAs values based on Visual Grading Analysis</u>	
Participants/	Thomas F. Andersen, Siv Merete K. Bredesen and Erik André Melum
Supervisor(s)	Anders Widmark
Employer:	
Keywords	Visual Grading Analysis, Image Quality, Thorax, Phantom (3-5)
Number of pages/words: 39/7594	Number of appendix: 5
Availability (open/confidential): open	
<p>Short description of the bachelor thesis:</p> <p><b>Topic:</b> How good are 3-year radiography students at Norwegian University of Science and Technology (NTNU) Gjøvik able to judge image quality of thorax images based on Visual Grading Analysis (VGA). Is there a correlation in changing mAs- values and the students evaluation of image quality?</p> <p><b>Goal of study:</b> Explore how good 3-year radiography students are at judging image quality of x-ray thorax images.</p> <p><b>Method:</b> Quantitative method, in which an experiment was carried out. Using a “QC Phantom for Digital Chest Radiography”, the participants evaluated 20 images side by side with a reference image using relative VGA.</p> <p><b>Result:</b> The results of the experiment were calculated through their VGA score. The images with lower mAs than the reference image (0.71 mAs), 0.56 mAs and 0.5 mAs were evaluated to be worse in terms of image quality. 0.63 mAs, the evaluations were more spread out, being considered to be slightly worse than the reference image by a small majority. From 0.8 mAs through 1.1 mAs, had increasingly positive evaluations. While 1.25 to 1.6 mAs the students evaluations of the images quality were more spread out. Images valued from 1.8 through 4.5 mAs were evaluated to be worse.</p> <p><b>Conclusion:</b> This study has shown there is a high level of agreement in 3-year radiography students from NTNU Gjøvik, when it comes to evaluation of image quality, and that mAs has a direct effect on perception of image quality.</p>	

## Forord

Det har vært til tider spennende, stressende, frustrerende og en fantastisk opplevelse å skrive denne avsluttende oppgaven i radiografi ved NTNU Gjøvik. Vi nådde lyset i enden av tunnelen takket være fantastiske støttespillere. Det siste semesteret har vært utfordrende for alle involverte i denne studien, grunnet Covid- 19 har dette ført til at deltakerne i denne studien har sittet på hver sin kant.

Vi ønsker å takke vår veileder, Anders Widmark, for god veiledning gjennom hele prosessen. I tillegg ønsker vi å takke lærere og professorer ved NTNU Gjøvik for god hjelp. For ferdigstilling av denne oppgaven ønsker vi å takke Ola Bilit Sveen og Cecilie Kaspersen, som har bidratt med gode råd og forslag gjennom hele oppgaven.

Til slutt ønsker vi å takke alle medstudenter som har deltatt i eksperimentet som vi har basert vår studie på.

05.05.2020

17BRAD

Thomas F. Andersen, Siv Merete K. Bredesen og Erik André Melum

# Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning.....	10
1.1 Kunnskapsstatus.....	10
1.2 Problemstilling .....	11
1.3 Avgrensning .....	11
2.0 Teori .....	12
2.1 Miliampere sekund.....	12
2.2 Kontrast .....	12
2.3 Signal to Noise Ratio (SNR) .....	13
2.4 Dynamisk rekkevidde.....	13
2.5 Bildesaturasjon.....	13
2.8 Visual Grading Analysis.....	15
2.10 Tidligere forskning .....	16
2.11 Impact of acquisition parameters on dose and image quality optimisation in paediatric pelvis radiography—A phantom study .....	16
2.12 Relationship between body habitus and image quality and radiation dose in chest X-ray examinations: A phantom study .....	17
3.0 Metode og Analyse .....	19
3.1 Forskningsmetode.....	19
3.2 Litteratursøk.....	19
3.3 Utvalget .....	20
3.4 Utarbeidelse av eksperiment .....	20
3.5 Pilotundersøkelse med spørsmål .....	24
3.6 Gjennomføring av eksperiment .....	24
3.7 Tillatelser .....	24
3.8 Analyse.....	25
3.9 Metodekritikk.....	25
4.0 Resultat.....	27
5.0 Diskusjon.....	30
5.1 Resultatene fra eksperimentet .....	30
5.2 Bildekvalitet i forhold til mAs.....	31
5.3 Faktorer som kan ha påvirket vurderingene.....	32
5.4 Overeksponerte bilder.....	33
6.0 Konklusjon .....	35



6.1 Videre Forskning.....	36
7.0 Litteraturliste .....	37
Vedlegg 1. Invitasjonsmail til deltakere, med informasjon.....	40
Vedlegg 2. Instruksjons- og beskrivingsrubrikk .....	42
Vedlegg 3. Spørsmålsliste sendt ut med pilotundersøkelsen.....	43
Vedlegg 4. Søkordstabell med utvalgte artikler.....	44
Vedlegg 5. Inklusjons- og eksklusjonskriterier .....	47

## 1.0 Innledning

Nyutdannede radiografer står ovenfor en utfordring. For at jobben som radiograf skal utføres på best mulig måte, er det viktig at nyutdannede radiografer har god kontroll på bildekvalitet. For å sikre dette sier Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) Trondheim og Gjøvik i sitt læringsutbytte fra 2020/2021, at studentene må oppfylle visse krav etablert i forskriftene om nasjonale retningslinjer for radiografutdanning. Fra læringsutbytte står det «Kandidaten har kunnskap om prinsipper og metoder for bildebehandling og dens betydning for bildekvalitet og diagnostisk bruk» (Forskrift om nasjonal retningslinje for radiografutdanning, 2019, § 7-b).

Videre står det i forskriften om nasjonale retningslinjer for radiografutdanning «Kandidaten kan vurdere teknisk- og diagnostiskbildekvalitet» (Forskrift om nasjonal retningslinje for radiografutdanning, 2019, § 8-b).

Formålet med denne studien er å få innsikt i 3 års radiografstudenter ved NTNU Gjøvik sin evne til å vurdere bildekvalitet. Deltakere i eksperimentet vil bli presentert testbilder som skal bedømmes opp imot et referansebilde. Ved å benytte «Visual Grading Analysis» (VGA) er det mulig å kvantifisere resultatene, som deretter kan analyseres. Studien vil bidra med radiograffaglig kunnskap på nyutdannede radiografstudenter, både når det gjelder vurdering av bildekvalitet og kunnskapsnivå ut fra teoretisk bakgrunn.

## 1.1 Kunnskapsstatus

Deltakerne av denne studien har hatt 3 år med teoretisk- og praktisk utdanning, til å tilegne kunnskap og evner som skal oppfylle forskriftenes krav om kompetanse (Forskrift om nasjonal retningslinje for radiografutdanning, 2019, § 7-b og § 8-b). For å utforske dette temaet har det vært nødvendig å tilegne seg ny kunnskap, om hvordan gjennomføre en studie for å samle inn oppfatningen til deltakere, og hva tidligere studier har anvendt av metoder. VGA ble benyttet i denne studien for å hente inn deltakernes vurderinger. VGA er en måte å sammenligne en rekke bilder mot et referansebilde, det benyttes en 5 punkts skala fra -2 til 2 for å bedømme om et bilde er dårligere, likt eller bedre enn et referansebilde (Precht *et al.* 2019).

Noen av testbildene ble overeksponert ved lav milliamperere sekund (mAs)- verdi, det ble behov for å gå dypere inn i tekniske parametere rundt bildedannelse og bildekvalitet.

## 1.2 Problemstilling

*I hvilken grad er 3 års radiografstudenter ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) Gjøvik i stand til å bedømme bildekvaliteten ved thorax bilder ut fra Visual Grading Analysis (VGA). Finnes det gjenspeiling ved endring i milliampere sekund (mAs)- verdi og studentenes vurderinger av bildekvalitet?*

## 1.3 Avgrensning

Denne studien tar for seg meningene til 3 års radiografstudenter ved NTNU Gjøvik om deres oppfattelse av bildekvalitet, ved en rekke bilder hvor kun mAs-verdien er endret. Studien tar ikke for seg sammenligning av studentene eller etikk rundt dette temaet. Selv om denne studien nevner stråledoser, vil ikke studien omhandle doseverdier.

## 2.0 Teori

I dette kapitlet blir det tatt opp tekniske konsepter, tidligere forskning og «Theory of Reasoned Action». Kapitlet vil ta opp teori for å kunne gi et overblikk og forståelse for temaet og diskusjoner som kommer i denne studien.

### 2.1 Milliampere sekund

Milliampere sekund (mAs) er produktet av eksponeringstid og røntgen rørstrøm, målet av det totale antallet fotoner som produseres og forlater røntgenrøret. Mengden fotoner er proporsjonal med mAs, når mAs dobles, dobles også mengden elektroner som treffer anoden, dermed emitteres det flere fotoner (Bushong, 2017).

Ved thorax undersøkelser er det anbefalt å benytte høy milliampere (mA) og kort eksponeringstid (sekund), for å minimalisere sjansen for bevegelse og sjansen for tap av skarphet i bildet. Tilstrekkelig mAs bør benyttes for å gi optimal bildekvalitet av tetthet av pulm (lunger) og strukturer i mediastinum (Lampignano og Kendrick, 2018).

### 2.2 Kontrast

Kontrast er graden av forskjeller mellom de lyse og mørke områdene i et røntgenbilde. Kontrasten er resultatet av forskjell i attenuasjon av røntgenfotonene etter hvert som de attenuerer i forskjellige vevstyper (Bushong, 2017).

Når fotonene treffer ulike vevstyper, kan de interagere med vev på fem ulike måter: Koherent effekt, compton spredning, fotoelektrisk effekt, parproduksjon og fotodesintegrasjon. Disse mekanismene forekommer avhengig av atomnummeret på vevet, massetetthet og energien til fotonene (Bushong, 2017).

Når et bredt spekter av røntgenfotoner kommer i kontakt med vev, vil noen av fotonene absorberes og noen vil bli spredt stråling. Resultatet av dette fører til mindre fotoner som trenger igjennom kroppen, prosessen kalles fotonstråle attenuasjon (Bushong, 2017).

## 2.3 Signal to Noise Ratio (SNR)

Signaler i et røntgenbilde er fotoner som attenueres i kroppen og treffer detektoren. Signalet i detektoren representerer forskjeller i fotoner som attenueres i vevet og de som absorberes i kroppen (Bushong, 2017).

Spredt stråling som treffer detektoren, vil kunne gi fra seg et signal som ikke kan benyttes diagnostisk. Ved mere støy i bildet, desto mer unyttig informasjon vil det være i bildet som resulterer i dårligere kontrastoppløsning. Støy begrenser kontrastoppløsning, derfor ønskes høy SNR. For å få høy SNR må passende eksponeringsparametere benyttes (Bushong, 2017).

Moderne digitale røntgensystem har ofte forhåndsinnstilte valg. Ettersom mAs øker, vil også SNR øke, dette vil igjen resultere i mer dose til pasienten. Når det kommer til kilovolt (kV) vil høy kV resultere i mer støy grunnet at mindre antall fotoner absorberes av den fotoelektriske effekten (Bushong, 2017).

## 2.4 Dynamisk rekkevidde

Den dynamiske rekkevidden er verdien som kan vises av et bildesystem, vist som nyanser av gråtoner. Digitale bilder kan ha en dynamisk rekkevidde på 16-bit, dette vil si 65, 536 gråtoner. En erfaren radiolog kan skille mellom små detaljer, et menneske kan generelt skille mellom omtrent 30 forskjellige nyanser av gråtoner, dette er kun når gråtonen er vist uavhengig av hverandre (Bushong, 2017).

I følge Kimpe og Tuytschaever (2006), vil en observatør på diagnostiske skjermer kunne skille mellom mellom 700 til 900 gråtoner, når de er vist ved siden av hverandre. Dette resulterer i alt over 10 bit, 1024 gråtoner, ikke vil tilføre bedre kontrast grunnet menneskelig begrensninger. For at det skal være mulig for observatører å ha mulighet til å oppfatte opp til 900 forskjellige gråtoner, er kalibrering av diagnostiske skjermer viktig (Kimpe og Tuytschaever, 2006).

## 2.5 Bildesaturasjon

Informasjon kan forsvinne i et bilde når eksponering overstiger den dynamiske rekkevidden, kjent som clipping. Dette bestemmes enten av en algoritme eller i noen tilfeller når

eksponeringen overstiger den dynamiske rekkevidden til bildereseptorene. Selv om digital radiografi (DR) har en større rekkevidde på eksponeringsbredden enn røntgenfilm, er saturasjonen for digital radiografi mye lavere enn hos computed radiografi (CR) (Walz-Flanningan *et al.* 2018).

DR detektorer har en mindre eksponeringsbredde enn CR detektorer, og vil derfor kreve mindre eksponering for å gi bedre kontrast i et bilde. Resultatet av dette er at DR detektorer er mer utsatt for overeksponering grunnet kortere dynamisk rekkevidde. Denne typen eksponering sees ikke i en typisk opptakssammenheng. Ved anatomi som varierer i tykkelse, kan det forekomme bildesaturasjon i tynnere deler av anatomien. For å unngå dette bør man forholde seg til størrelsesbasert design, for at eksponeringsteknikker blir fulgt (Walz-Flanningan *et al.* 2018).

## 2.6 Datasystemer og monitorer

Datasystemer utnytter ulike fargemodeller for å vise forskjellige nyanser av grå. Innenfor informasjonsteknologi industrien er systemet RGB mest benyttet. Dette er en fargemodell som består av primærfargene rødt, grønt og blått. RGB systemet korresponderer til en tilsetnings fargemodell, dette vil si at summen av alle fargene er hvit. Moderne datasystemer blir utstyrt med RGB system satt til å ha 256 nyanser av rød, grønn og blå, som til sammen kan visualisere 16,7 millioner farger (Sorantin, 2008).

Siden ikke alt utstyr er i stand til å vise like mange nyanser av grå, må farger fra RGB systemet kombineres. En metode for å jevne ut begrensingen av gråskalaen, er å benytte en Look Up Table (LUT). LUT er en prekalkulert tabell hvor man korrigerer nyanser av grå (Sorantin, 2008).

Når det kommer til skjermstørrelser og oppløsning er det en konsensus ved radiografi og mammografi at det bør være en skjermstørrelse på 21'', med oppløsning på minst 2048 x 2560. Monitorene som viser frem røntgenbildene burde være av høy kvalitet, og ha 10-12 bit (Sorantin, 2008).

## 2.7 Luminans og betrakningsforhold

Luminans referer til mengden lys som blir emittert, transmittert eller reflektert fra en overflate. Den korresponderende SI (Det internasjonale system for enheter) måleenheten er candela per meter ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ). Forskjellen i luminans blir oppfattet som kontrast. Ifølge «The American College of Radiology» at monitor luminans burde være på  $170 \text{ cd}/\text{m}^2$  (American College of Radiology, referert i Sorantin 2008, s.1278).

Lysforholdet i rommet når bilder skal vurderes bør ikke være for høy, da dette kan forandre oppfatning av kontrast i et bilde. Det bør heller ikke være andre lyskilder som kan reflekteres i granskingsskjermen. Skjermene som benyttes til å tyde bilder, bør være rene og kalibrert, slik at de fungerer gunstig i forhold til kontrastoppløsningen (Pedersen *et al.* 2009).

## 2.8 Visual Grading Analysis

Visual Grading Analysis (VGA) er en metode for å vurdere bildekvalitet. Metoden er laget for å være intuitiv og lett å benytte når det kommer til å vurdere strukturer i et røntgenbilde. Det er to former for VGA, absolutt og relativ VGA. Ved relativ VGA blir observatøren bedt om å vurdere et testbilde mot et referansebilde. Denne vurderingen blir gjort ved en vurderingsskala fra *-2 mye dårligere*, *-1 litt dårligere*, *0 likt*, *+1 litt bedre*, *+2 mye bedre*. En fordel med relativ VGA er at den fungerer godt når man er interessert i intuisjonen til deltakere når det kommer til bedre eller dårligere vurdering av et bilde. Dette kan gi noen restriksjoner når det kommer til statistiske muligheter til å prosessere data, når data kun er basert på et referansebilde (Precht *et al.* 2019).

For å få gunstig vurdering ut av VGA er det viktig å minimere muligheten for at observatør skal bli sliten. Dette er noe som kan være et problem om observatør er sliten eller det er sent på dagen. For å unngå dette er det viktig å kunne kontrollere forholdene i eksperimentet, sette opp eksperimentet på morgenen og forholdene bør ligne en klinisk situasjon så mye som mulig. Dette vil si at bildene bør vises på en klinisk granskingsskjerm, i et lysdempet eller mørkt rom som er egnet for å kunne granske bilder (Precht *et al.* 2019).

## 2.9 Theory of Reasoned Action

«Theory of Reasoned Action» av Ajzen og Fishbein (1980) er en kognitiv teori som kan benyttes til å forklare hvordan gitte holdninger kan påvirke den videre handlingen i for eksempel en besvarelse. Teorien bygger på tre hovedkomponenter, holdninger, subjektive normer og atferdsmessig intensjon (LaCaille, 2013).

Subjektiv norm: handler om hvordan det sosiale miljøet kan ha påvirkning på menneskes atferd og oppfatning (LaCaille, 2013).

Holdninger: Våre holdninger er basert på følelser, verdier, valg og handling positivt eller negativt ovenfor noe. Holdningene kan baseres på kunnskap, egenerfaring gjennom oppvekst (LaCaille, 2013).

Atferdsmessig intensjon: Ajzen og Fishbein (1980) forklarer at subjektiv norm og den enkeltes holdninger har innvirkning rettet mot personens intensjon eller handlingsplan. Intensjoner refererer til menneskers planlagte handling og representerer deres uttrykte motivasjon til å utføre handlingen (LaCaille, 2013).

Videre er en persons oppfattelse om seg selv og sin egen kompetanse en viktig faktor, men er påvirket av andre eksterne faktorer som tid, ressurser, sosial støtte eller press. Desto sterkere en person opplever at de har kontroll, større er sannsynligheten for at de vil gjennomføre et gitt valg (LaCaille, 2013).

## 2.10 Tidligere forskning

Det ble funnet få relevante forskningsartikler for temaet i dette studiet. Her presenteres to forskningsartikler som ble vurdert til å være relevant for dette studie.

### 2.11 Impact of acquisition parameters on dose and image quality optimisation in paediatric pelvis radiography—A phantom study

En Britisk studie utført av Ali *et al.* (2019) hvor det var utført bildeoptimaliseringsforsøk for pelvis (bekken) undersøkelser på barn i 1 års gruppen og opp til 5 år. Denne studien skulle se på



påvirkning av forskjellige parametere på bildekvalitet og dose. Dette var utført ved å se på Entrance Surface Air Kerma (ESAK) og opplevd vurdering av bildekvalitet ved benyttelse av VGA. Dette var da designet som en faktorialstudie hvor flere faktorer var vurdert. Dette var begrunnet i et mer valid resultat enn studier som kun ser på single faktorer (Ali *et al.* 2019).

For å vurdere bildene var evalueringsprosessen delt i to faser. Den første fasen var å se på skarphet og støy ved skjelett anatomien. Denne fasen tok i bruk relativ VGA, hvor referansebildet var valgt av en gruppe erfarne radiografer. Referansebildet var valgt på basis av skarphet og støy av middels kvalitet (Ali *et al.* 2019).

Den andre fasen var det gjort stikkprøver fra hver av fantomene det ble tatt bilder av, 84 røntgenbilder ble valgt. De fleste bildene var av middels kvalitet, det var valgt fem bilder av høyere kvalitet og fem bilder av lavere kvalitet. Bildene ble så vurdert av to radiologer med bred erfaring. Disse bildene ble vurdert ut fra om de hadde diagnostisk verdi eller ikke (Ali *et al.* 2019).

Resultatene var analysert ved å se på ulike kombinasjoner av eksponeringsfaktorer. Det ble så funnet fem eksponeringskombinasjoner som hadde lavest dose, som fortsatt var vurdert til å gi diagnostisk verdi (Ali *et al.* 2019).

Resultatene som var oppdaget var at det var best med høy kV, lav mAs og filtrasjon. På dette viset var de beste bildene for 1 åringer tatt med filter med 0,2 mm aluminium, mens for 5 åringer var det med et filter med 0.1 mm kobber kombinert med 1 mm aluminium. Dette ga diagnostisk gode bilder for 1 åringer ved 2-7,1 mAs, og 5-16 mAs for 5-åringer (Ali *et al.* 2019).

## 2.12 Relationship between body habitus and image quality and radiation dose in chest X-ray examinations: A phantom study

Denne studien ble utført ved 8 sykehus i Storbritannia, av Al-Murshedi, Hogg, og England (2019). Artikkelen ser på påvirkning av bildekvalitet og dose ved adipøse pasienter. For å gjennomføre dette var det tatt i bruk et fantom med mulighet for å feste på brystplater som skulle simulere fett. Grunnlaget for denne studien var at andre studier som benytter fantom, ikke har varierende masse, og vil da ikke ta for seg støy dannet som resultat av pasientens kropp.

Studien var utført med et Lungman- fantom med og uten ekstra brystplater. Bildene simulerte konvensjonell røntgen thorax. Et viktig poeng er at bildene var tatt med lokale protokoller fra hvert sykehus. Totalt var det tatt 34 bilder, 17 standard størrelse og 17 med brystplater. Bildene ble så vurdert med en relativ VGA skala og to alternative tvunget valg (2AFAC) av seks erfarne radiografer. I tillegg til bildekvalitet var det også tatt i bruk dosimeter. Analysen var gjennomført via SPSS software v. 22.0. Den relative VGA scoren (poengsum) for hvert bilde ble regnet ut med å legge sammen scoren fra alle seks bildekvalitetskriteriene, gjennomsnittet fra den endelige scoren ble tatt ut fra de seks observatørens scoringer (Al-Murshedi, Hogg, og England, 2019).

I forhold til standardstørrelser, vil økningen i mAs for det større fantomet være mellom 100,0 % - 212,5 %. I tillegg var det vist at VGA scoren var i snitt litt høyere for de større fantomene, de større fantomene hadde mottatt mer enn dobbelt så høy dose. Dette er resultater hvor det var tatt i bruk AEC og kun en forandring i kV fra 125-130. Ved maskinene som tok i bruk manuell eksponeringskontroll var det en økning i mAs på 25-60 % og kV på 0,0 % - 9,0 % (Al-Murshedi, Hogg, og England, 2019).

Det har blitt tatt i bruk både DR og CR maskiner, noe som betyr at på grunn av DR sin økte egenskap for detektor quantum efficient (DQE) vil disse kunne minske dose med så mye som 75% uten å miste bildekvalitet i forhold til CR systemer (Al-Murshedi, Hogg, og England, 2019).

Al-Murshedi, Hogg, og England (2019) viser i denne studien hvor viktig pasientstørrelse og radiografiske parametere er i forhold til dose og hvorfor det er viktig å optimalisere radiografiske teknikker ikke bare for standardstørrelser. Når det gjelder adipøse pasienter burde protokollene optimaliseres slik at det ikke går ut over bildekvaliteten (Al-Murshedi, Hogg, og England, 2019).

## 3.0 Metode og Analyse

I dette kapittelet fremstilles forskningsmetoden, forskningsdesign og gjennomførelsen av dette studiet. På denne måten blir det vist hva som har blitt gjort, og hvorfor de valgene som er gjort er relevante for å kunne besvare problemstillingen på en strukturert måte.

### 3.1 Forskningsmetode

I denne studien har det blitt benyttet en kvantitativ metode, hvor det har blitt utført et eksperiment. Ved å benytte denne metoden mente forfatterne av denne studien at de kunne finne ut i hvilken grad 3 års radiografstudenter ved NTNU Gjøvik var i stand til å bedømme bildekvaliteten ved thorax bilder. I tillegg kunne man se om det fantes gjenspeiling i mAs- verdi og bildekvalitet. Ved en kvantitativ metode får man data i form av målbare enheter, dette kan gi muligheten til å tallfeste data til en statistisk analyse (Dalland, 2017).

Det ble valgt å sette opp eksperimentet som en relativ VGA da dette var en metode som tidligere forskning hadde benytte seg av (Al-Mushedi *et al.* 2018, Ali *et al.* 2019). I tillegg ble det funnet teori på relativ VGA som er et godt verktøy til vurdering av bildekvalitet innenfor radiologi (Precht *et al.* 2019).

Andre metoder kunne vært brukt for å kunne besvare problemstillingen, som kvalitative metoder, eksempelvis intervju eller spørreundersøkelser.

### 3.2 Litteratursøk

Litteratursøkene ble utført i databasene Pubmed, Medline (Ovid) og Proquest. Disse databasene er tilgjengelig gjennom ressursene til NTNU sin bibliotekjeneste.

Valg av søkeord ble utarbeidet på bakgrunn av problemstilling og tema. Noen søkeord som ble valgt var: Phantom, digital radiography, thoracic, visual grading og image quality.

Litteratursøkene er ført opp i en søkeordstabell (*Vedlegg 4*).

Eksklusjons- og inklusjonskriterier for litteratursøket ble dannet ut fra tema og problemstilling (*Vedlegg 5*). Da litteratursøkene var utført, ble det valgt å ikke sette aldersbegrensning i søkene.

Artikler som var av interesse, men over 10 år ble ekskludert. Grunnlaget for å sette 10 år som eksklusjonskriterier var på bakgrunn av relevansen i nyere forskning.

Fra veileder, lærere og professorer ved NTNU Gjøvik, ble det tilsendt artikler etter samtaler og e-post for veiledning. Artiklene som var relevante har blitt brukt som teori, og står ikke oppført i databasesøkstabellen. Noen av disse artiklene var noe eldre enn ønsket, det ble gjort unntak grunnet relevansen for temaet.

### 3.3 Utvalget

Utvalget for dette eksperimentet var 17 studenter fra 3 års radiografutdanning ved NTNU Gjøvik. På tidspunktet denne undersøkelsen ble utført, var det kun 20 studenter ved 3.år radiografutdanning, forfatterne ekskluderte seg selv fra dette eksperimentet, grunnlaget til dette var at forfatterne satte opp og kontrollerte eksperimentet.

Det er viktig å nevne at dette er et studenteksperiment som er utført i samme 3 års radiografkull som forfatterne. At studentene gikk i samme kull, kan ha en innvirkning på dataene som er samlet inn og at forfatterne kan ha fortolket svarene gitt av medstudenter (Dalland, 2017).

Forfatterne har gjort et valg i forhold til ønske om å kun bruke meninger fra 3 års radiografstudenter ved NTNU Gjøvik, basert på deres kunnskapsnivå og erfaring. Alle kullene ved radiografutdanningen ved NTNU Gjøvik kunne blitt inkludert, dette ble ikke gjort grunnet skjevhet i kunnskapsnivå innad kullene (Dalland, 2017).

### 3.4 Utarbeidelse av eksperiment

Prosjektet ble startet opp og forfatterne satte seg ned for å se på muligheten til å gjennomføre et slikt prosjekt. Problemstillingen ble klargjort, og det ble lagd en plan på hvordan det var ønskelig å gjennomføre et bildekvalitetseksperiment. Ved planlegging av eksperimentet var muligheten enten å ta i bruk en bildebank, eller å utføre egne eksponeringer.

Det ble bestemt at vi skulle eksponere egne bilder for dette eksperimentet, i stedet for å benytte bildebank. Det ble sett på ulike bildebanker for å se om dette kunne benyttes, det ble innsett at de

vi hadde tilgang til, var basert på bilder med patologi. Bildebankene gikk dermed ikke så mye innpå innstillinger av eksponeringsparametere.

Denne studien omhandler studentenes meninger om bildekvaliteten til et thorax fantom. Fantomet som ble benyttet i eksperiment heter «QC Phantom for Digital Chest Radiography» (Duke University medical Center, model: 07-646, Durham, North – Carolina, US).

Oppbygningen av fantomet som ble benyttet i eksperimentet er bygd opp av tynne lag av kobber og aluminium, utformet som et menneskelig thorax. Fantomet inkluderer pulm, cor (hjerter), costa (ribbein) og diafragma. Komponentene ble orientert og anordnet for å simulere en projeksjon av en komplett thorax. Fantomet ble deretter kledd med lag av aluminium og akryl, for å kunne skape samme røntgen dempning- og spredningsegenskaper som kan sammenlignes med et voksent menneske thorax ved diagnostiske røntgenenergier. Testobjekter er satt inn i thorax fantomet for vurdering av bildekvalitet av pulm-, cor- og diafragma-bildeområder. Det er et trådnett av rustfritt stål som ligger over hele brystområdet utenom de regionale tettstedene. Målet til fantomet er omtrent 36 x 43 x 6 cm, og veier omtrent 13, 6 kg. De øvrige hjørnene av fantomet er åpne og danner «skuldre», dette er for å gi et område for direkte røntgeneksponering av bildemottakeren. En aluminiums ramme med et håndtak holder fantomkomponentene sammen og muliggjør enkel transport (Chotas *et al.* 1997).

For å stille inn fantomet riktig og lage en plan, ble boken «Radiographic Positioning and Related Anatomy» (Lampignano og Kendrick, 2018) og manualen «Digital Phantom «Duke 07-646 Quality Control Phantom» (SuperTech, u.å.) benyttet. Grunnen til at disse ble benyttet til å stille inn fantomet, er på bakgrunn av at boken til Lampignano og Kendrick (2018) som er anbefalt ved radiografstudiet til NTNU Gjøvik som litteratur i forhold til projeksjoner. Manualen som har blitt benyttet er laget for QC fantomet, dette er tilgjengelig gjennom SuperTech (u.å.), i tillegg er de distributør av slike fantomer.

Kilde Detektor Avstand (SID)	Raster	Feltstørrelse	Detektor	kV	AEC	Filter
115 cm	Ja	35 x 43 cm	Portrett	121	Ref. Bilde	Ja

Tabell 1: Innstilling av røntgenapparat

I (Tabell 1) vises innstillingen av fantomet, samt de tekniske parameterne for hvordan referansebilde ble tatt. Referansebilde ble basert på Lampignano og Kendrick (2018) sin thorax projeksjon. Rasteret som ble benyttet, var standard for røntgenlaben som ble benyttet for eksponering. I Lampignano og Kendrick (2018) og SuperTech (u.å.) sto det ikke hvilken type raster som var anbefalt, men det var anbefalt å benytte raster. Når det gjaldt filter sto det i manualen at det var anbefalt med filter, men ikke hvilke typer filter (SuperTech, u.å.). Det ble dermed benyttet standard filtrasjon, 1 mm aluminium som var tilgjengelig på røntgenlaben.

Fantomet ble satt på en barkrakk foran detektor, for å få det opp og midtstilt på detektoren. Eksponeringsparameterne var 121 kV og AEC for referansebilde som var benyttet. Dette ga en verdi på 0,71 mAs. Etter dette ble det stilt inn manuelle mAs- verdier som gikk under og over referanseverdien, kV ble holdt konstant under alle eksponeringene. I (Tabell 2) er det mulig å se alle mAs- verdier som har blitt benyttet. Røntgenapparatet hadde preinnstilte mAs- verdier som ble benyttet.

mAs	0,5	0,8	0,9	0,56	0,63	0,71	1,0	1,1	1,4	1,6
mAs	1,8	1,25	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2	3,6	4	4,5

Tabell 2: Eksponeringsverdier benyttet

Bildene av fantomet ble tatt på røntgenlaben til NTNU Gjøvik. Røntgenapparatet og rommet er fra 2019 og er fra Siemens Healthineers (Siemens Shanghai Medical Equipment Ltd, Erlangen, Tyskland), dette gjelder også detektoren som ble benyttet. Rasteret var et JPI Anti-Scatter Grid (JPI Healthcare Co, Ltd, Seoul, Sør-Korea) og er beregnet for røntgenlaben. Etter at bildene ble tatt, ble de overført til Siemens Healthineers Health Cloud (Siemens Shanghai Medical Equipment Ltd, Erlangen, Tyskland), der ble bildene overført til en minnepenn SanDisk Cruzer 8 GB (SDCZ36-008G, Kina.)

Det ble oppdaget at bildene ble gradvis overeksponert etter en viss mAs- verdi. Disse bildene ble tatt med, selv om de var overeksponert og antagelig ville bli vurdert dårlige. Grunnlaget for at de overeksponerte bildene ble med i eksperimentet, var ønske om å gi ulike bilder til bedømming.

Bildene som ble overført til minnepenn var DICOM -filer på 16 bit, når disse filene skulle legges inn i fremvisningsprogrammet QuickEval (Norwegian Colour and Visual Computing Laboratory, Gjøvik, Norge) måtte bildefilene konverteres til 8 bit. Dette var fordi QuickEval ikke hadde

mulighet til å håndtere DICOM- filer. For å konvertere filene ble det benyttet ImageJ, som var tilgjengelig for NTNU studenter via nettsiden <https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/ImageJ>. Filene ble konvertert til JPG- filer på 8-bit.

Da bildene ble lagt inn i QuickEval ble det også valgt hva slags eksperimenttype som skulle gjennomføres. Dette ble gjort på bakgrunn av et veiledningsmøte forfatterne hadde med Marius Pedersen, Professor ved institutt for datateknologi og informatikk, ved NTNU Gjøvik (Ved NTNU, 04.03. 2020). Det ble da valgt «category judgement», dette er en undersøkelsesform hvor deltakere velger et svar basert på kategorier. Kategoriene i denne undersøkelsen vil være valgmuligheter gitt ved en relativ VGA undersøkelse. Når eksperimentet ble satt opp i QuickEval, var det mulighet å skrive inn informasjon i et instruksjons- og i en beskrivelsesrubrikk som deltakerne kunne lese før oppstart, og informasjon underveis i eksperimentet, dette kan vises i (Vedlegg 2). Bildene ble randomisert for undersøkelsen.

Fantomet som var til rådighet, var et «QC Phantom for Digital Chest Radiography» som er lik beskrivelsen til Olerud *et al.* (1996). Tekniske fantom med testobjekter, kan benyttes til å vurdere kvaliteten av bildene, dette gir en mer objektiv måling av fremstillingen av bildene. Dette kan være verdifullt når det gjelder å si noe om kvalitetskontroll av referanser for billedtagningen, men når det kommer til klinisk relevans er ikke et teknisk fantom det optimale å benytte (Olerud *et al.* 1996). Det ble bestemt å gjennomføre et teknisk bildekvalitetseksperiment.

Den opprinnelige planen var å gjennomføre eksperimentet i baserommet (C025) på NTNU Gjøvik. På denne måten kunne forfatterne av studiet ha oversikt over antallet 3 års radiografstudenter som deltok i eksperimentet, samtidig ha kontroll på optimalisering av rombelysning og bruk av samme visningsskjerm til alle deltakerne. Grunnet uforutsette hendelser, ble NTNU Gjøvik midlertidig stengt, derfor ble planen for gjennomførelse endret.

Planen etter nedstenging av NTNU Gjøvik ble å lage en informasjonsfilm (Andersen og Bredesen, 2020), dette ble gjort ettersom forfatterne synes QuickEval kunne være noe vanskelig å navigere seg i. Den ble lagd på en slik måte at det skulle være et godt hjelpemiddel for deltakerne som skulle gjennomføre eksperimentet. Filmen ble lagt med som en lenke i en e-post alle 3 års radiografstudenter fikk tilsendt, i tillegg ble det lagt ved et informasjonsskriv (Vedlegg 1).

### 3.5 Pilotundersøkelse med spørsmål

Før eksperimentet ble sendt til studentene, ble det laget en pilotundersøkelse som ble sendt til utvalgte lærere ved radiografutdanningen. Dette var for å få konstruktive tilbakemeldinger om gjennomførelsen av undersøkelsen, informasjonsskrivet og informasjonsfilmene. Etter at lærerne hadde gjennomført undersøkelsen, svarte de på forbedringsspørsmål (*Vedlegg 3*) knyttet til pilotundersøkelsen. Tilbakemeldingene som kom tilbake, ble tatt i betraktning og eksperimentet ble forandret der det var nødvendig.

### 3.6 Gjennomføring av eksperiment

Eksperimentet ble sendt ut til 3 års radiografstudenter ved NTNU Gjøvik 18.03.2020, i tillegg ble det publisert et Facebook innlegg i 17BRAD, som er Facebook- gruppen for alle 3 års radiografstudenter ved NTNU Gjøvik. Innlegget oppfordret alle studentene til å delta, det ble lagt ut påminnelsesinnlegg i Facebook- gruppen i perioden eksperimentet var åpent.

Eksperimentet endte 28.03.2020. Grunnen til at eksperimentet ble holdt åpent i 10 dager, var på grunn av at eksperimentet ble sendt ut onsdag 18.03.2020, og det var ønskelig at studentene skulle få tid til slutten av den følgende uken, 28.03.2020, til å delta. Resultatene ble deretter eksportert over til Excel, da dette var det eneste programmet QuickEval eksporterte resultatene til.

### 3.7 Tillatelser

Samtykke til et slikt eksperiment ble diskutert med universitetslektor ved NTNU Gjøvik Astrid Berntsen (E-post utveksling, 13.03.2020), såfremt at det ikke ble samlet inn personlig data, og eksperimentet bevarte deltakernes anonymitet, holdt det med at deltakerne trykket på *samtykke* før de startet eksperimentet.

Norsk Senter For Forskningsdata (NSD) personverntjenester sier at et gyldig samtykke må være en aktiv handling, et samtykke kan være å hake av ved en samtykke boks før man begynner en undersøkelse (NSD Personverntjenester, 2020C). Før deltakere fikk startet eksperimentet, måtte de skrive *samtykke*, eller *ja* i en boks.



Deltakere ble invitert til å delta i eksperimentet over e-post. Invitasjonen inneholdt et informasjonsskriv, både e-post og informasjonsskrivet ble laget etter betraktning av hva NSD personverntjenester anbefalte angående informasjon til utvalgte (NSD Personverntjenester, 2020A).

Det var valgt å ikke ta i bruk malen om informasjonsskriv fra NSD, denne var mere rettet mot andre studietyper. I stedet var invitasjon- og informasjonsskriv basert på «hva må jeg informere om» fra NSD personverntjenester sine sider (NSD Personverntjenester, 2020B).

### 3.8 Analyse

Deltakernes vurderinger ble samlet inn og lagt sammen i en VGA score, dette var gjennomsnittet av deltakernes vurderinger, slik var resultatene holdt til -2 til 2. Det var så gjennomført en Spearmans- analyse, for å kunne si noe om korrelasjon mellom mAs og resultatene. Dette ga et resultat på -0.85, som tilsier en negativ trend i data, men at VGA scoren også korrelerer godt med mAs- verdiene. For å regne ut dette var det tatt i bruk «Introduksjon Til Statistisk Analyse: Regresjonsbaserte Metoder og Anvendelser» (Christophersen, 2013).

### 3.9 Metodekritikk

Noen av deltakerne i eksperimentet rapporterte at de hadde problemer med visningsprogrammet QuickEval den første uken. De kom et stykke inn i bildevisningen, men ble kastet ut før de kunne gjennomføre. Problemet rettet seg opp selv, og etter dette hadde ikke deltakerne problemer med fremvisningsprogrammet. Forfatterne av studiet ekskluderte dermed alle uferdige testgjennomføringer fra programmet, slik at bare svarene fra deltakere som hadde gjennomført hele eksperimentet ble registrert. Dette kan imidlertid ha ført til at flere deltakere har sett bildene flere ganger, og bedømt de forskjellig fra første gangen de så dem.

Når det gjelder reliabiliteten til studien, har vi tatt høyde for at ikke alle studentene har sittet i optimale forhold når de skulle gjennomføre eksperimentet. Grunnet nedstengning av NTNU Gjøvik, hadde ikke forfatterne kontroll på miljøet der deltakerne satt, eller skjermene som deltakerne benyttet da de gjennomførte eksperimentet. Forfatterne kunne bedt deltakerne om å

rapportere hva slags forhold de satt i, tekniske forhold på skjermen de benyttet, dette ble ikke gjort. Dette ble ikke gjort grunnet at det kunne ha kompromittert anonymiteten til deltakerne. Ifølge Dalland (2017) går reliabiliteten ut på målingenes pålitelighet, og bildenes tilnærmet likhet gjennom hele gjennomførelsen. Det kan tenkes at svarene til deltakerne kunne endres ved gjentatte gjennomføringer av eksperimentet.

Validitet vil si hvor gyldige og relevante svarene som benyttes er (Dalland, 2017). I denne studien har forfatterne med 16 deltakere som har gjennomført eksperimentet fra 3 års radiografutdanning ved NTNU Gjøvik. Dette gir forfatterne et innblikk i hva bedømmelsen til 3 års radiografstudenter ved NTNU Gjøvik er. Svarene ut fra denne studien kan ikke anses for å være representativt for alle 3 års radiografstudenter i Norge.

Før bildene ble tatt kunne røntgenutstyret blitt kalibrert, dette ble ikke gjort. I etterkant kunne det ha vært en mulighet å ta bildene uten raster, selv om fantomet skulle tilsvare en voksen person. Grunnet nedstengning av NTNU Gjøvik, ble det ikke mulighet til å gjennomføre nye bilder. I informasjonsskrivet kom det ikke tydelig frem hvilke personer som hadde tilgang til informasjonen som ble samlet inn. Hvor vidt informantene kunne be om innsyn i datamateriale, retting, sletting og begrensning, kunne blitt tydeliggjort. I fantomet er det mulig å benytte testbrikker for å se på kontrast i bildet, dette ble ekskludert da forfatterne ønsket en helhetlig bedømmelse av bildet.

## 4.0 Resultat

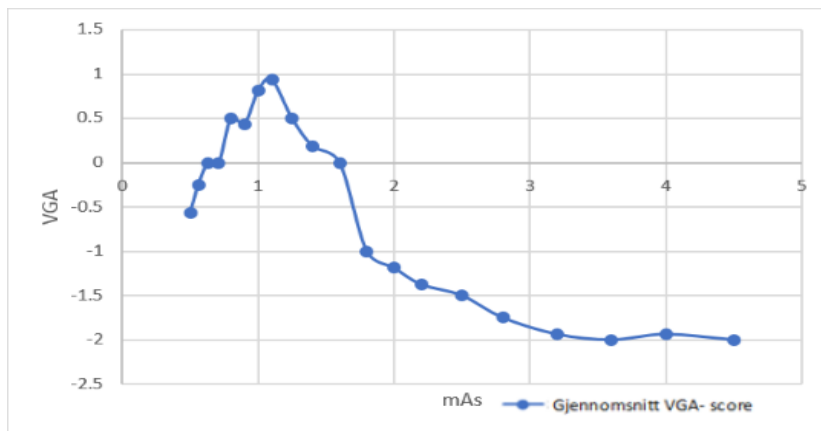
Resultatene som ble samlet inn fra VGA eksperimentet presenteres her. Dette blir videre tatt med i diskusjonskapitlet.

Ut fra svarene til deltakerne vises det at bildene med mAs- verdier under referansebildet på 0,71 mAs, dette er eksponeringsverdi på 0,56 mAs og 0,5 mAs, bildene vurderes som bilder av dårligere kvalitet, med  $-0,25$  og  $-0,56$  i VGA score. Ved 0,63 mAs er besvarelsen mer spredt, hvor et lite flertall av deltakerne vurderer bildet *litt dårligere*, mens det er et par deltakere som vurderer bildet som *mye bedre* en referansebildet. VGA scoren ender da på 0. Fra 0,8 mAs til 1,1 mAs er det en økning i positiv vurdering med 1,1 som får en VGA score på 0,94.

Fra 1,25 mAs til 1,6 mAs skjer det en splittelse i vurderingene. Meningene går fra *litt bedre* med 0,5 i VGA score, ned til 0 og en helt lik verdi i positiv og negativ vurdering av bildet på 1,6 mAs.

Fra 1,8 mAs til 4,5 mAs er det en progressiv endring av deltakernes bedømming, disse bildene bedømmes til å ha dårligere kvalitet, fra -1 i VGA score på 1,8 mAs, til -2 i VGA score på 4,5 mAs.

For å visualisere resultatene og bildenes kvalitetsvurderinger innenfor samme rammeverk som deltakerne vurderte bildene i, er det blitt gjort en omregning av VGA for å få gjennomsnitt scoren til å være innenfor 2 og -2, dette kan visualiseres i (Figur 1 og Tabell 3).



Figur 1: mAs og gjennomsnitt VGA score (poengsum)

Bildesett	mAs	-2	-1	0	1	2	Gjennomsnitt VGA Score (poengsum)
1	0.5	1	11	1	2	1	-0.56
2	0.56	0	8	4	4	0	-0.25
3	0.63	0	8	2	4	2	0
4	0.71	0	1	14	1	0	0
5	0.8	0	3	3	9	1	0.5
6	0.9	0	3	4	8	1	0.44
7	1	0	2	1	11	2	0.81
8	1.1	0	1	2	10	3	0.94
9	1.25	0	4	2	8	2	0.5
10	1.4	0	8	0	5	3	0.19
11	1.6	1	6	2	6	1	0
12	1.8	5	8	0	2	0	-1.0
13	2	5	10	0	1	0	-1.19
14	2.2	10	4	0	2	0	-1.34
15	2.5	12	2	0	2	0	-1.5
16	2.8	13	2	1	0	0	-1.75
17	3.2	15	1	0	0	0	-1.94

18	3.6	16	0	0	0	0	-2
19	4	15	1	0	0	0	-1.94
20	4.5	16	0	0	0	0	-2

*Tabell 3: Bildesett, mAs, og kvalitetsvurdering*

Gjennom QuickEval var det også mulighet for å samle inn oppløsning på skjermene deltakerne benyttet da eksperimentet ble gjennomført. Skjermene som har vært i bruk av deltakerne har vært varierende, på det laveste med oppløsning på 728 x 589, på det høyeste 2560 x 966, og det mest brukte 1280 x 610.

## 5.0 Diskusjon

I dette kapittelet vil det diskuteres resultater samlet inn fra VGA eksperimentet. Forfatterne vil også ta for seg betydning av mAs og bildesaturasjon for bildekvaliteten, samt hvorfor noen av røntgenbildene av fantomet endte opp med å bli overeksponert. Disse punktene vil bli diskutert opp imot teori og artikler tidligere presentert i studien.

### 5.1 Resultatene fra eksperimentet

I resultatet kan man se interessante punkter fra eksperimentet, med tanke på graden av enighet og ulik bedømmelse i deltakernes VGA vurderinger. Ved 0,5 mAs, er det stor grad enighet (*Tabell 3*), dette er vurdert av flere deltakere som et dårligere bilde, selv om en liten gruppe deltakere vurderte bildet som bedre enn referansebildet.

Det er mulig å se en glidende overgang i VGA scoren fra 0,5 mAs til 0,71 mAs, fra dårligere til like gode som referansebildet på 0,71 mAs. Fra 0,71 mAs og opp til 1,1 mAs, kan man se at vurderingene av bildene blir av økende kvalitet (*Figur 1*). Ifølge «Theory of Reasoned Action» (LaCaille, 2013) er det mulig å vurdere disse resultatene som en atferdsmessig intensjon, da man kan basere deres holdninger utfra tilegnet kunnskap gjennom studieforløpet. Disse vurderingene kan da være bygd på subjektiv norm på tvers av deltakerne. 3 års radiografstudenter som deltok i eksperimentet er opplært i holdninger basert på teoretisk kunnskap fra fag, og forsterket gjennom opplevelser og erfaring fra praksis på radiologiske enheter. Samt refleksjon rundt disse erfaringene. Ut fra dette kan man si at holdninger basert på tilegnet kunnskap gjennom studieforløpet, kan ha innvirkning i besvarelsen i dette studiet (LaCaille, 2013).

Ved å se på VGA scoren regnet ut fra deltakernes vurderinger, er det mulig å se at eksponeringene tatt ved 0,56 mAs, 0,61 mAs og 0,8 mAs, eksponeringene som har en relativ nær mAs som referansebildet, får en VGA score i nærhet av 0 (*Figur 1*). Forfatterne av studien mener at disse bildene er svært like når det kommer til bildekvalitet, og forskjellen ligger i små kontrastforskjeller.

Fra 0,8 mAs opp til 1,1 mAs er det bred enighet blant deltakerne at disse eksponeringene resulterer i bedre bildekvalitet enn referansebildet (*Tabell 3*). Fra 1,25 mAs og opp til 1,6 mAs

oppstår det en splittelse i vurderingene til deltakerne (*Tabell 3*), hvor VGA scoren synker gradvis ned til 0. Ved 1,6 mAs er det delte meninger hvor 1 deltaker mener at bildet er *mye dårligere*, 6 mener at det er *litt dårligere*, 2 mener at det er *likt* referansebildet, 6 mener det er *litt bedre*, og 1 deltaker mener at det er *mye bedre* (*Tabell 3*). Bildene som har blitt eksponert med 1,8 mAs opp til 4,5 mAs, blir alle vurdert med en negativ VGA score (*Tabell 3*). Holdningene rettet mot bildekvalitet, og de subjektive normene til kunnskapen av hvordan et røntgenbilde skal se ut, ut ifra hvordan man vektlegger dette, kan personens intensjon styre bedømmelsen av bildekvalitet (LaCaille, 2013). Når det gjelder bildene med høyere mAs- verdier, mener forfatterne av studien at det er mulig å se endringer i bildekvaliteten, da bildene blir mørkere og forskjellen i kontrast blir dårligere for hvert bilde. Resultatet av dette kan gjøre det vanskeligere å se klare strukturer.

## 5.2 Bildekvalitet i forhold til mAs

Fra 1,6 mAs og høyere mAs- verdier, viser resultatene at deltakerne vurderer bildene som dårligere. Høyere mAs- verdier vil skape flere signalbærende fotoner, dette øker SNR (Bushong, 2017). Forfatterne av studien tror på bakgrunn av teorien, at kontrast skulle ha økt med stigning av mAs- verdi, frem til bilde blir overeksponert. Det var da uforventet at bildene skulle bli mørke og gi dårligere bildekvalitet ved lave mAs- verdier som 1,6 og 1,8 mAs. I studien til Ali *et al.* (2019) var det vist at ved pelvis undersøkelser av unge barn var det tatt i bruk opp til 16 mAs på barn i 5 års gruppen (Ali *et al.* 2019). Selv barn i 2 års gruppen lå mAs- verdiene mellom 2 mAs og 7.1 mAs for å få et godt diagnostisk bilde (Ali *et al.* 2019). I studien til Ali *et al.* (2019) var det avbildet pelvis, mens i denne studien er det et thorax fantom som har vært eksponert. Selv med forskjellene mellom pelvis og thorax burde en økning av mAs ved lave verdier som 1,6 mAs og 1,8 mAs og videre opp, resultert i bilder med økt SNR og kontrast. Det var tatt i bruk DR detektor i studien til Ali *et al.* (2019), det ble også benyttet en DR detektor i denne studien.

Selv om denne studien ikke har tatt for seg dose, føler forfatterne at det er verdt å nevne at studien til Al-Murshedi, Hogg, og England (2019) kom frem til at det fantes en signifikant korrelasjon imellom dose og bildekvalitet gitt til et adipøst fantom. Det var vist at en økning i mAs kunne være opptil dobbelt så mye hos adipøse pasienter, men pasientene mottok mer enn dobbelt så mye dose (Al-Murshedi, Hogg, og England, 2019). Med dette i betraktning er det

viktig at radiografer har god kontroll på radiografiske parametere for å kunne klare å vurdere bildekvalitet, og overholde As Low As Reasonably Possible (ALARA) prinsippet.

### 5.3 Faktorer som kan ha påvirket vurderingene

Det er flere faktorer som kan ha spilt inn i deltakernes vurderinger av bildene, både når det har kommet til den randomiserte rekkefølgen, om et bilde hyppigere har kommet veldig tidlig eller veldig sent i eksperimentet. Forfatterne mener en faktor kan være at bildekvaliteten på spesifikke bilder er såpass nærliggende å være et bedre eller dårligere bilde, enn referansebildet. Deltakernes vurdering kan ha variert basert på hvilke anatomiske strukturer de har vektlagt å fokusere på.

Dersom et bilde eksempelvis 1,6 mAs har forekommet tidlig i eksperimentet for halvparten av deltakerne, og at samme bilde forekommer sent i eksperimentet for resterende deltakere, er det mulig at det kan forekomme ulike svar. Deltakernes svar kan ha blitt påvirket av når på døgnet eksperimentet har foregått, og hvorvidt de er slitne (Pretch *et al.* 2013). Dette er en mulig faktor som kan ha påvirket deltakerne til å vurdere så variert på bildekvaliteten til bildet på 1,6 mAs (*Tabell 4*).

En annen mulig faktor er at deltakerne kan ha vektlagt kontrasten i noen strukturer fremfor andre. Dette er en relevant faktor generelt på alle bildene, men kan ha vært en sterkere faktor hvis bildekvaliteten var nærliggende referansebildet, vurderingen kan ha basert seg på om man så på kontrast ved pulm, cor, eller diafragma.

Ettersom deltakerne ikke fulgte en sjekkliste av kriterier for å vurdere bildene, men heller vurderte etter egen intuisjon og bildets helhet, er det mulig at ved noen bilder var vurderingen til deltakere varierende, ettersom hvilke regioner de fokuserte mest på. En antakelse kan være dersom det hadde forekommet en sjekkliste med kriterier, kunne dette gitt andre resultater.

Videre poengteres det ved bildekvalitetsvurdering at skjermopløsning og bit ved datasystem har en betydelig påvirkning. Det er en konsensus innenfor radiografi at skjermer som benyttes for diagnostisk arbeid for å tolke røntgenbilder, bør være på 21" med minst 2048 x 2560 pixler og 10-12 bit (Sorantin, 2008). Ettersom deltakerne har sittet på ulike visnings skjermer, vil det kunne skape variasjoner i fortolkningen av datamateriale. Dette kan sees fra den innsamlede dataen fra



QuickEval, der deltakernes gjennomsnittlige oppløsning var på 1280 x 610. Det var ikke mulighet i å kontrollere hvor mange bit skjermene til deltakerne disponerte.

En 10-bit skjerm vil ha mulighet til å vise 1024 nyanser av gråtoner, mens 8-bit kun klarer å fremvise 256 nyanser. Under de beste forhold vil en observatør kunne skille mellom 900 nyanser av gråtoner (Kimpe og Tuytschaever, 2006). Dette kan ha en innvirkning på vurderingen av noen av bildene, da det er forskjell i hvor mange nyanser av gråtoner som kan bli fremvist mellom 10-bit, 8-bit, eller lavere. Det er trolig variasjon i både oppløsning og hvor mange bit deltakerne har vurdert bildene ut fra. Denne forskjellen i systemkapabilitet, kan føre til at vurdering og VGA score av enkelte bilder vil være påvirket.

Visningsskjerm er ikke den eneste tekniske faktor som påvirker deltakernes vurderingsevne. Deltakerne har trolig sittet og vurdert bildene under ulike forhold. I rommet der deltakerne vurderer bildene, vil luminans i rommet påvirke oppfattelse av kontrast (Sorantin, 2008). Under gunstige forhold ville eksperimentet foregått i et mørkt rom for å kunne vurdere bildene på best måte (Pedersen *et al.* 2009). Da dette ikke er kontrollert, har forfatterne ikke grunnlag til å si hvorvidt lyset har blitt dempet under eksperimentet eller ikke.

## 5.4 Overeksponerte bilder

Som tidligere nevnt i diskusjonskapitlet ble bildekvaliteten fra 1,8 mAs og opp til 4,5 mAs raskt vurdert som dårligere (*Tabell 3 og 4*). Bildene ble overført fra arbeidsstasjonen slik de var originalt fremvist, for å kunne vurdere hva som kan ha skjedd må forfatterne av studiet se på de tekniske parameterne under billedtakingen, og prosessene som har inngått i bildedannelsen.

Ettersom bildene er mørkere enn forventet, vurderer forfatterne av studien den dynamiske rekkevidden. Hvis eksponeringen overstiger den dynamiske rekkevidden til systemet, kan det forekomme at informasjon går tapt (Bushong, 2018). Tapt informasjon resulterer i clipping i et bilde, dette blir kalt bildesaturasjon, dette vil vises som mørke områder i bildet. Ifølge Walz-Flanningan *et al.* (2018), er det sjeldent å se dette under vanlige billedtagnings forhold.

En annen mulig forklaring på de overeksponerte bildene er attenuasjonen i fantomet. Det som skaper kontrast i røntgenbilder er attenuasjonen av fotoner, dette er den totale mengden fotoner som har passert gjennom vevet. Når fotoner interagerer med forskjellig vevstyper, vil noen

absorberes totalt eller delvis via attenuasjon (Bushong, 2018). Ved høyere mAs- verdier øker kvantiteten av fotoner som kan attenueres. Alle eksponeringer var utført med 121 kV, med en økt kvantitet av høyenergetisk fotoner er det tenkelig at denne kombinasjonen ved kun endring av mAs, forårsaket at flere fotoner nådde detektoren slik at den dynamiske rekkevidden ble overskredet. Det var tatt i bruk DR detektor i studien til Ali *et al.* (2019) som hadde høyere mAs- verdier enn det som er benyttet her i denne studien uten å få overeksponerte resultater slik vi ser i eksponeringene tatt ved 1,6 mAs og oppover. Tar man dette til vurdering er det lite sannsynlig at den dynamiske rekkevidden var overskredet ved billedtakning, med mindre det har vært en kombinasjon av faktorer som truffet samtidig.

Det kan være flere faktorer som spiller inn på hvorfor bildene ble mørke, som ikke har blitt tatt i betraktning her.

## 6.0 Konklusjon

Ut fra læringsutbyttene ved NTNU Gjøvik blir det skrevet at kandidatene etter endt utdanning skal ha kunnskap om bildebehandling og betydningen av bildekvalitet og diagnostisk bruk. I tillegg skal kandidaten ha kunnskaper om teknisk- og diagnostisk bildekvalitet (Forskrift om nasjonal retningslinje for radiografutdanning, 2019, § 7-b og § 8-b).

For å undersøke dette temaet ble problemstillingen som følger:

*I hvilken grad er 3 års radiografstudenter ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) Gjøvik i stand til å bedømme bildekvaliteten ved thorax bilder ut fra Visual Grading Analysis (VGA). Finnes det gjenspeiling ved endring i milliampere sekund (mAs)- verdi og studentenes vurderinger av bildekvalitet?*

Resultatene viser en sterk enighet i studentenes meninger blant mange av bildesettene. Denne graden av enighet viser til en subjektiv holdning ut fra samme utgangspunkt av kunnskap tilegnet gjennom undervisning og praksis, dette gjenspeiler vurderingene til deltakerne ved endringer i mAs og bildekvalitet, som tilsier en høy grad av evne til å bedømme bildekvalitet.

Det kommer frem i deltakernes svar at mAs har en direkte innvirkning på oppfattelse av bildekvalitet. Denne enigheten er godt synlig i resultatene selv om situasjonen for vurdering ikke har vært optimal, og det har trolig vært variasjon i kvalitet på skjermer og lysforhold. Selv om studien ikke omhandler dose, er det allikevel interessant å nevne at høyere mAs- verdier i denne studien ikke fører til bedre bildekvalitet ut fra deltakernes bedømmelse. Det bør velges eksponeringsparametere som fører til lav dose til pasient, men likevel har en diagnostisk verdi ut fra ALARA- prinsippet.

Suboptimale granskningsforhold kan ha spilt en rolle under deltakernes vurderinger. Det er også mulig at granskningsforholdene ikke har påvirket meningene til studentene, og at forskjellene i vurdering av visse bilder, som ved 1,6 mAs, kommer av genuine forskjeller i oppfattelse blant studentene.

«Theory of Reasoned Action» gir innsikt til hvordan subjektiv oppfattelse har en innvirkning i hvordan en gruppe med gitte mennesker velger. Dette synes ved 0,8 mAs opp til 1,1 mAs, da det er bred enighet i at disse bildene er bedre enn referansebildet (LaCaille, 2013).

Et resultat som har blitt diskutert, omhandler ikke meningene til studentene, men hva som har skjedd med bildene ved høyere mAs- verdier. For å kunne besvare hvorfor disse bildene har blitt overeksponerte, har vi sett på faktorer som bildesaturasjon og mAs. Det kan være andre årsaker til dette, som ikke har blitt tatt opp i denne studien. For å kunne besvare dette spørsmålet ordentlig, må bildene tas på nytt for å kunne utrede hva som har skjedd.

Denne studien har vist at 3 års radiografstudenter ved NTNU Gjøvik, har en høy grad av enighet når det kommer til vurdering av bildekvalitet.

## 6.1 Videre Forskning

For å få et mer representativt resultat kunne det ha blitt gjort et større eksperiment, en mer landsomfattende undersøkelse rundt dette temaet. Videre kunne det ha vært mulig å gå dypere inn på hvordan studentene ville ha endret eksponeringsparametere, i situasjoner de mener bilder innehar lav diagnostisk eller teknisk bildekvalitet.

## 7.0 Litteraturliste

Ali, A. M. Hogg, P. Abuzzaid, M. og England, A. (2019) Impact of acquisition parameters on dose and image quality optimisation in paediatric pelvis radiography—A phantom study, *European Journal of Radiology*, 118(9), s. 130-137. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2019.07.014>

Al-Murshedi, S. Hogg, P. og England, A. (2019) Relationship between body habitus and image quality and radiation dose in chest X-ray examinations: A phantom study, *European Journal of Medical Physics*, 57(1), s. 65-71. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2018.12.009>

Andersen, Thomas. Fagerli. og Bredesen, Siv. Merete. Kirkeby. (2020) *Informasjonsfilm*. Tilgjengelig fra: <https://youtu.be/ylZCQgez9Dc> (Hentet: 18.03.20)

Bushong, S. C. (2017) *Radiologic Science for Technologists, physics, biology, and protection*. Canada: ELSEVIER

Chotas, H. G. Floyd, C. E. Jr. Johanson, G. A. og Ravin, C. E. (1997) Quality Control Phantom for Digital Chest Radiography, *Radiography*, 202(1), s. 105-110. Doi: <https://doi.org/10.1148/radiology.202.1.8988199>

Christophersen, K-A. (2013) *Introduksjon Til Statistisk Analyse: Regresjonsbaserte Metoder og Anvendelser*. Oslo: Gyldendal Akademisk.

Dalland, O. (2017) *Metode og Oppgaveskriving*. 6 utg. Oslo: Gyldendal Akademisk.

Forskrift om nasjonal retningslinje for radiografutdanning (2019) *Forskrift om nasjonal retningslinje for radiografutdanning*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2019-03-15-415> (Hentet: 20. april 2020).

Kimpe, T. og Tuytschaever, T. (2006) Increasing the Number of Gray Shades in Medical Display Systems—How Much is Enough? *Journal Of Digital Imaging*, 20(4), s. 422-432. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10278-006-1052-3>

LaCaille, L. (2013) Theory of Reasoned Action, *Encyclopedia of Behavioral Medicine*. Tilgjengelig fra: [https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4419-1005-9\\_1619](https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4419-1005-9_1619) (Hentet: 07.04.20)

Lampignano, J. P. og Kendrick, L. E. (2018) *Radiographic Positioning and Related Anatomy*. United States Of America: ELSEVIER.

Norsk Senter For Forskningsdata Personverntjenester (2020A) *Informasjon til utvalget*. Tilgjengelig fra: [https://nsd.no/personvernombud/hjelp/informasjon\\_samtykke/index.html](https://nsd.no/personvernombud/hjelp/informasjon_samtykke/index.html) (Hentet: 13.03.2020)

Norsk Senter For Forskningsdata Personverntjenester (2020B) *Hva må jeg informere om?* Tilgjengelig fra: [https://nsd.no/personvernombud/hjelp/informasjon\\_samtykke/informere\\_om.html](https://nsd.no/personvernombud/hjelp/informasjon_samtykke/informere_om.html) (Hentet: 13.03.2020)

Norsk Senter For Forskningsdata Personverntjenester (2020C) *Samtykke*. Tilgjengelig fra: <https://nsd.no/personvernombud/hjelp/samtykke.html> (Hentet: 13.03.20)

Olerud, H. M. Olsen, J. B. Widmark, A. og Fosmark, H. (1996) A Norway Survey of Image Quality, Doses and Film Processing in Mammography, with Reference to Two Technical Phantoms, *Radiation Protection Dosemetry*, 67(3), s. 199-210. Url: [https://www.researchgate.net/publication/31132640\\_A\\_Norwegian\\_Survey\\_of\\_Image\\_Quality\\_Doses\\_and\\_Film\\_Processing\\_in\\_Mammography\\_with\\_Reference\\_to\\_Two\\_Technical\\_Phantoms](https://www.researchgate.net/publication/31132640_A_Norwegian_Survey_of_Image_Quality_Doses_and_Film_Processing_in_Mammography_with_Reference_to_Two_Technical_Phantoms) (Hentet: 15.04.20)

Pedersen, K. Landmark, I. D. Bredholt, K. og Hauge, I. H. R. (2009) *Teknisk kvalitetskontroll-konstanskontroller for digitale mammografisystemer*. (StrålevernRapport 2009:5). Østerås: Statens Strålevern. Tilgjengelig fra: [https://www.kreftregisteret.no/globalassets/publikasjoner-og-rapporter/mammografiprogrammet/stralevernrapport\\_5-2009.pdf](https://www.kreftregisteret.no/globalassets/publikasjoner-og-rapporter/mammografiprogrammet/stralevernrapport_5-2009.pdf) (Hentet: 15.04.20)

Precht, H. Hansson, J. Outzen, C. Hogg, P. og Tingbreg, A. (2019) Radiographers' perspectives' on Visual Grading Analysis as a scientific method to evaluate image quality, *Radiography*, 25(1), s. 14-18. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.radi.2019.06.006>

Sorantin, E. (2008) Soft- copy display and reading: what the radiologist should know in the digital era, *Pediatric Radiology*, 38(6), s. 1276-1284. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00247-008-0898-6>

Supertech (u.å.) *Digital Phantom "Duke" 07-646 Quality Control Phantom*. Tilgjengelig fra: <https://www.supertechx-ray.com/Anthropomorphic/X-RayRadiography/Duke.php> (Hentet: 26.02.20)

Walz-Flanningan, A. I. Brossoit, K. J. Magnuson, D. J. og Schueler, B. A. (2018) Pictorial Review of Digital Radiography Artifacts, *RadioGraphics*, 38(3), s. 833-846. Doi: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/rg.2018170038>

## Vedlegg 1. Invitasjonsmail til deltakere, med informasjon

Hei alle 3 års radiografstudenter ved NTNU Gjøvik!

Vi håper du har mulighet til å hjelpe oss ved å delta i en undersøkelse om bildekvalitet, til vår bachelor oppgave. Vi ber dere gjennomføre denne undersøkelsen fordi vi er interessert i å få et innblikk i hvordan 3 års radiografstudenter vurderer bildekvalitet ved en serie bilder.

I denne undersøkelsen vil du som deltaker bli gitt en serie med bilder av et fantom og et referansebilde av samme fantom. Det vi ønsker at du gjør er ved din beste dømmekraft bedømmer bildekvaliteten i bildene som blir vist i forhold til referanse/originalbilde. Du vil bli vist 20 bilde par. Dette gjøres på en skala, som strekker seg fra Mye dårligere, litt dårligere, lik, litt bedre, og Mye bedre.

Informasjonen vi samler inn fra denne undersøkelsen er anonym. Selve testen vil bli slettet den 15.07.20 og etter dette vil informasjonen vi samlet inn kun finnes i bachelor oppgaven vår. Det vi ønsker å opp nå er deltagerens meninger om bildekvaliteten blant 3 års radiografi studenter.

Vi ønsker at man gjennomfører testen i litt dempet belysning, med ren skjerm og gjendratte gardiner.

Vi ber om at man ser informasjonsvideoen, som forklarer hvordan man gjennomfører undersøkelsen før man starter selve undersøkelsen. Her vil man få tips om hvordan man beste kan gjennomføre den. For å få opp selve undersøkelsen skriver du inn «Bildekvalitetsundersøkelse», trykk deretter på navnet du får opp. Skriv så samtykker i rubrikken du får opp, deretter trykker du start exam.

Undersøkelsen i seg selv tar ca. 5- 15 minutter å gjennomføre. Det er ikke en tidsbegrenset, man bruker den tiden man trenger for å gjennomføre undersøkelsen. Vi ønsker ikke at studentene setter undersøkelsen på pause, men gjennomfører testet i en sesjon.

Tusen takk for deltagelsen, vi setter stor pris på at du har tatt deg tid til dette!

Vennlig Hilsen

Erik André, Siv, og Thomas



Informasjonsvideo: <https://youtu.be/yIzCQgez9Dc>

Undersøkelses link: <https://www.ansatt.hig.no/mariusp/quick/index.php?invite=4b70b208c1>

(for å få opp undersøkelsen skriver du inn «Bildekvalitets undersøkelse», trykk deretter på navnet du får opp. Skriv så *samtykker* i rubrikken du får opp, deretter trykker du *start exam*).

## Vedlegg 2. Instruksjons- og beskrivingsrubrikk

### Instruksjons Rubrikk

#### Generell info

- Vurdere 20 bilder
- Vurdere bildekvalitet som mye bedre, litt bedre, likt, litt dårligere eller mye dårligere.
- Du velger en vurdering helt nederst på siden
- Det er et originalt bilde til høyre, og bilde som skal vurderes til venstre.
- Studien vil ta mellom 5-15 minutter, men du er velkommen til å bruke så mye tid du ønsker.
- Bildene kan åpnes i et nytt vindu ved å trykke på den lille svarte boksen i toppen i høyre hjørne til hvert bilde
- Bildene kan beveges ved å trekke på disse, trekker du på ett bilde vil det andre bilde også bevege seg likt.
- Når du gjør denne testen er det anbefalt å sitte i et mørkere rom, ha godt med lys på skjermen.
- Vær obs når bildene forandrer seg kan det være vanskelig å merke at det har kommet et nytt bilde om bildene er veldig like i kvalitet. Sjekk alltid nederst hvor man velger en vurdering for å se om den har resatt seg.

#### Deskripsjon

I denne undersøkelsen vil du få opp 2 bilder av gangen, originalbilde til høyre og bilde du skal vurdere til venstre. Vurderingene skjer ved en skala fra mye dårligere, litt dårligere, lik, litt bedre, mye bedre.

Totalt er det 20 par bilder du skal vurdere, vi ber deg om å vurdere helheten av bildet. Studiet tar mellom 5-15 minutter. For å kunne vurder bildene best mulig er det anbefalt å sitte i et lysdempet rom, med godt lys på pc skjermen. Videre informasjon om testen ligger i det venstre hjørnet under «instruksjoner», skulle om det er noe du lurer på.

### Vedlegg 3. Spørsmålsliste sendt ut med pilotundersøkelsen

Hva synes du om informasjons skrivet du fikk i e-posten, synes du det manglet informasjon? I så fall hva slags type informasjon føler du at du hadde trengt?

Hva synes du om instruksjonsvideoen du så før selve testen? Synes du den hjalp deg til å gjennomføre testen på en god måte? Synes du den manglet noe form for informasjon, i så fall hva slags type informasjon savnet du?

Synes du innledningen/description til testen var klar på hva som skulle skje videre?

Fungerte skalaen for bedømmingen av bildekvalitet? Var den uklar? Vanskelig å bruke?

Var bildene fremvist på en måte som gjorde at de var lette å bedømme?

Har du andre tips og kommentarer til annen forbedring?

## Vedlegg 4. Søkeordstabell med utvalgte artikler

	Søkeord	Database	Avgrensing	Kombinasjoner	Antall treff
1	1. Phantom 2. exp.radiography, thoracic 3. Digital radiography 4. Image quality	Medline Ovid	Alle år (Hentet 27/2- 2020)	1 AND 2 AND 3 AND 4	18 0 benyttet
2	1. Radiography 2. Phantom 3. Quality control 4.Digital radiography 5.NOT CT	ProQuest	Alle år (Hentet 28/2- 2020)	1 AND 2 AND 3 AND 4 AND 5	4 0 benyttet
3	1. Phantom 2. Visual Grading 3. Thoracic 4. Digital Radiography 5. CT 6. Computed Tomography	Pubmed	Siste 5 år (Hentet 29/2- 2020)	1 AND 2 AND 3 AND 4 NOT 5 NOT 6	11 0 benyttet

4	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. image quality</li> <li>2. visual grading analysis</li> <li>3. exp.Radiography, Toracic</li> <li>4. exp.Image enhancement</li> </ul>	Medline Ovid	Alle år (Hentet 5/3-2020)	1 AND 2 AND 3 AND 4	13  0 benyttet
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Quality Control</li> <li>2. mAs</li> <li>3. Digital</li> <li>4. Computed tomography</li> <li>5. Mammography</li> </ul>	Pubmed	Alle år (Hentet 12/3-2020)	1 AND 2 AND 3 NOT 4 NOT 5	12  0 benyttet
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Relative visual grading analysis</li> </ul>	Medline Ovid	Alle år (Hentet 13/3-2020)	1	8  1 benyttet  Relationship between body habitus and image quality and radiation dose in chest X-ray examinations: A phantom study

7	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Image quality</li> <li>2. Phantoms</li> <li>3. Radiography</li> <li>4. Visual grading</li> </ul>	<p>Medline Ovid</p>	<p>Alle år (Hentet 14/3-2020)</p>	<p>1 AND 2 AND 3 AND 4</p>	<p>27 0 Benyttet</p>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Relative visual grading analysis</li> <li>2. Phantom</li> <li>3. Reference image</li> </ul>	<p>Medline Ovid</p>	<p>Alle år (Hentet 15/3-2020)</p>	<p>1 AND 2 AND 3</p>	<p>1 0 benyttet</p>
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Digital radiography</li> <li>2. Image quality</li> <li>3. Visual grading</li> </ul>	<p>Medline Ovid</p>	<p>Alle år (Hentet 15/3-2020)</p>	<p>1 AND 2 AND 3</p>	<p>14 1 benyttet Impact of acquisition parameters on dose and image quality optimisation in paediatric pelvis radiography—A phantom study</p>

## Vedlegg 5. Inklusjons- og eksklusjonskriterier

<b>Inklusjon</b>	<b>Eksklusjon</b>
Hovedfokus på metoden relativ Visual Grading Analysis (VGA). Artikler som har både relativ og absolutt VGA.	Tannpleie, Veterinærstudier
Bildekvalitets studier	Studier som hadde utført eksperimentet sitt på andre modaliteter konvensjonell røntgen: CT, MR og mammografi
Artikler siste 10 år	
Artikler på Engelsk eller Skandinavisk språk (Norsk, Svensk, Dansk)	

