Bacheloroppgave

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for medisin og helsevitenskap
Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk

Linda Wie Bjørkås, Sandra Blø og Magnus Kristoffersen Rekdal

# Validering av rutiner og kontroll av blyfrakker

Bacheloroppgave i Radiografi
Veileder: Albertina Rusandu
Mai 2019

NTNU
Kunnskap for en bedre verden

Linda Wie Bjørkås, Sandra Blø og Magnus Kristoffersen Rekdal

# Validering av rutiner og kontroll av blyfrakker

Bacheloroppgave i Radiografi
Veileder: Albertina Rusandu
Mai 2019

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for medisin og helsevitenskap
Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk

NTNU
Kunnskap for en bedre verden

## Forord

Dette prosjektet er den avsluttende delen av vår radiografutdanning, en periode som har vært svært spennende og lærerik.

Vi vil rette en hjertelig takk til vår veileder Albertina Rusandu. Takk for gode innspill, høy tilgjengelighet og gode samtaler. Gjennom denne perioden har du strukket deg lengre for å hjelpe oss enn hva som er forventet, noe vi er veldig takknemlige for. Vi kunne ikke bedt om en bedre veileder enn deg.

En stor takk går også til kontaktpersonene på de ulike sykehusene som har vært svært behjelpelige under dette prosjektet. Vi vil også takke for lån av apparatur og utstyr.

Takk for oss

*Linda Wie Bjørkås, Sandra Blø og Magnus Kristoffersen Rekdal*

# Sammendrag

## Introduksjon

For å fremstille et røntgenbilde brukes det ioniserende stråling. Slik stråling kan i tilfeller ha skadelig effekt på mennesker i etterkant av eksponering. For å redusere denne effekten følger radiografer ALARA prinsippet. Blyfrakker kan benyttes som beskyttelse mot spredt stråling. Det er anbefalt å kontrollere blybeskyttelsen med visuell inspeksjon og palpasjon årlig. Likevel viser studier at dette ikke etterleves. Hensikten med dette prosjektet var å se om det fantes en sammenheng mellom rutiner for kontroll av blyfrakker og blyfrakkenes faktiske tilstand.

## Metode

Blyfrakkene ble inspisert både visuelt og ved palpasjon. Hvis nødvendig ble blyfrakkene rengjort med vann og eventuelt desinfeksjon. Videre ble blyfrakkene scannet med et gjennomlysningsapparat. Ved funn av defekter på og over 0,4 cm i lengde ble det målt dose bak disse. Det ble undersøkt blyfrakker på flere modaliteter på to forskjellige sykehus. Aktuelle personer ved avdelingene på sykehusene ble kontaktet for en gjennomgang av prosedyrene.

## Resultater

Det ble detektert defekter på 12 av 63 blyfrakker, noe som tilsvarer 19% av utvalget. Av de forskjellige røntgenlaboratoriene var det flest funn på Akuttmottak 1, hvor 62,5% av blyfrakkene hadde en eller flere defekter. De målte stråledosene bak defektene varierte fra 3,996 nGy-83,370 nGy. Det ble ikke detektert defekter på Nukleærmedisin 1, Akuttmottak 2, CT 2 og Intervensjon 2. Begge sykehusenes rutiner tok utgangspunkt i Strålevernforskriften § 26. Sykehus 2 hadde kontrollert de fleste av blyfrakkene en måned før prosjektets testinger. Sykehus 1 hadde ikke konkrete tidspunkter for siste kontroll.

## Konklusjon

Det konkluderes med at det kan være en sammenheng mellom rutiner og kvalitet på blyfrakkene. Av de to utvalgte sykehusene hadde sykehuset med mest defekte blyfrakker også minst oppfølging av rutiner.

# Abstract

## Introduction

In order to produce an X-ray image, ionizing radiation is used. This kind of radiation may subsequently have harmful effects on humans. To reduce this effect, radiographers follow the ALARA principle. It is recommended to do an annual control of the lead aprons. This control includes visual inspection and palpation. However, studies show that this isn't always complied. The purpose of this project was to investigate wether if there was a connection between routines for controlling lead aprons and the actual condition of the lead aprons.

## Methods

The lead aprons were inspected visually and by palpation. If necessary, the lead aprons were cleaned with water and they were disinfected. Furthermore, the lead aprons were scanned with a fluoroscopy unit. The radiation dose was measured behind defects exceeding 0,4 cm in length. Lead aprons were tested in several diagnostic modalities in two separate hospitals. People at the hospital departments relevant for this study were contacted for a review of the procedures.

## Results

Defects were detected in 12 out of 63 tested lead aprons, which corresponds to 19% of the selection. Out of the various X-ray laboratories, most findings were discovered in Emergency room 1, where 62,5% of the lead aprons had one or more defects.

The measured radiation doses behind the defects ranged from 3.996 nGy to 83.370 nGy. No defects were detected on Nuclear Medicine 1, Emergency room 2, CT 2 and Intervention 2. Both hospitals' routines were based on § 26 of the Norwegian Radiation Protection Regulations. Hospital 2 controlled most of the lead aprons one month prior to this projects tests.

## Conclusion

In conclusion, there might be a connection between the hospitals' routines and the quality of the lead aprons. The hospital with the most defective lead aprons also had the least follow-op of the routines.

# Innholdsfortegnelse

1.0 Introduksjon ..... 1
1.1 Ioniserende stråling ..... 1
1.2 Spredt stråling ..... 1
1.3 ALARA og blybeskyttelse ..... 1
1.4 Tidligere forskning ..... 2
1.5 Hensikt ..... 3
2.0 Metode ..... 3
2.1 Valg av metode og design ..... 3
2.2 Utvalg av sykehus og blyfrakker ..... 3
2.3 Gjennomføring ..... 4
2.4 Analyse av datamaterialet ..... 6
2.5 Etiske implikasjoner ..... 6
2.6 Validitet og reliabilitet ..... 6
3.0 Resultater ..... 7
3.1 Andel defekte blyfrakker ..... 7
3.2 Defektlokasjon og størrelse ..... 8
3.3 Målt stråledose ..... 8
3.4 Intakt referanseblyfrakk ..... 9
3.5 Blyekvivalens ..... 9
3.6 Rutiner ..... 10
4.0 Diskusjon ..... 12
4.1 Bakgrunnsståling ..... 12
4.2 Sammenheng mellom defekter og avdelinger ..... 12
4.3 Defektlokasjon ..... 12
4.4 Blyekvivalens ..... 14
4.5 Rutiner ..... 15
4.6 Validitet og reliabilitet ..... 16
5.0 Konklusjon ..... 17
6.0 Litteraturliste ..... 18

# 1.0 Introduksjon

## 1.1 Ioniserende stråling

Ved en røntgenundersøkelse, slik som ved for eksempel konvensjonell røntgen, brukes det ioniserende stråling for å fremstille et røntgenbilde. Denne strålingen skjer når et røntgenfoton passerer nært et elektron og overfører energi til elektronet slik at det blir fjernet fra atomet (1, s. 5). I praksis skjer dette ved at et røntgenrør sender ut røntgenfotoner som vekselvirker med atomene i pasienten. Røntgenfotonene svekkes i ulik grad og signalet avleses av en detektor (2, s. 54). For å skape et godt røntgenbilde må parametere som rørstrøm (mA), rørspenning (kV) og eksponeringstiden (s) stilles inn før en undersøkelse (1, s. 8, 238). Rørstrømmen kontrollerer antall fotoner som sendes mot pasienten, rørspenningen kontrollerer både energien til fotonene og antall fotoner (1, s. 237) og eksponeringstiden bestemmer varigheten av eksponeringen i millisekund (1, s. 238). Det fysiske målet på absorbert stråledose i vev oppgis i Gray (Gy) (1, s. 22).

## 1.2 Spredt stråling

Samtidig som at noen av røntgenfotonene passerer gjennom pasienten, vekselvirker noen av røntgenfotonene med pasienten og blir spredt bort. Dette kalles spredt stråling eller sekundærstråling som skyldes comptoneffekten (1, s. 187). Comptoneffekten er en vekselvirkningsprosess hvor fotonene kan vekselvirke med de ytre skallene til atomene. I tillegg til å spre strålingen ved å bremse fotonene kan den redusere fotonenes energi og ionisere atomer. Dette skjer når et elektron i et ytre skall slås ut. Energien til fotonet fordeles mellom elektronet og fotonet. Elektronet kan vekselvirke med andre atomer, som oftest ved fotoelektrisk absorpsjon (1, s. 148). Dersom atomer som tilhører et større molekyl blir ionisert kan det endre strukturen på molekylet og endre dets funksjon. Det kan føre til endring i en celle, og i verste fall celledød (1, s. 471). Denne strålingen må helsearbeidere beskytte seg mot da eksponering for stråling kan medføre økt risiko for å utvikle sykdom på lang sikt (3).

## 1.3 ALARA og blybeskyttelse

Det finnes flere måter å redusere spredt stråling. Ved å praktisere *ALARA* ("as low as reasonably achievable") (1, s. 487) ønsker radiologen, radiografen eller fysikeren å bruke så lav dose som mulig for å fremstille et godt røntgenbilde (1, s. 569). Dette fører til mindre dose

til pasient og dermed mindre sekundærstråling. Herunder kan man redusere parametere som rørspenningen (kV). Dersom kV reduseres vil det bli færre comptonvekselvirkninger og det blir dermed generert mindre spredt stråling (1, s. 187). En måte å beskytte seg mot spredt stråling er og bruke vernesutstyr som blyfrakker. Blyfrakkene er designet for å beskytte brukeren for 90-95% av spredt stråling (4) og bestod tidligere av blyimpregnert vinyl eller gummi i 1 mm bly, noe som var tungt og ubehagelig for brukeren. I dag eksisterer det bly-frie frakker, frakker med andre komposittmaterialer sammen med bly, og rene blyfrakker (5). Tykkelsen på blyfrakkene varierer etter bruksområde og ligger mellom 0,25 mm - 0,5 mm blyekvivalens (6)

På grunn av det tynne materialet formes blyfrakkene lett, og kan ta skade av å brettes eller henges opp feil. Disse skadene kan opptre som sprekker eller hull i blyet og kan føre til endring i kvalitet i materialet (7). Skadene kan bli detektert ved hjelp av palpasjon, visuell inspeksjon eller ved hjelp av fluoroskopi (6).

### 1.4 Tidligere forskning

Statens strålevern oppfordrer til regelmessig kontroll av blyfrakker for å forsikre om at verneutstyret fungerer etter hensikten (6). Likevel viser studier at disse rutinene ikke blir opprettholdt. I en tyrkisk studie ble det testet kvaliteten på 85 blyfrakker med et konvensjonelt røntgenapparat (7). Hver blyfrakk ble registrert med blant annet blytykkelse, hvor lenge den hadde vært i bruk, blyfrakkens hygiene og hvilken avdeling de tilhørte. De ble deretter palpert før de ble avbildet, og permeabiliteten ble målt med et dosimeter. Studien konkluderte med at 68,2% av blyfrakkene var defekte men at alle 85 blyfrakkene burde erstattes med nye.

En lignende studie ble utført i Nigeria av Daniel og Xaviera. Formålet for studien var å kontrollere defekter på 10 blyfrakker, måle den absorberte dosen til brukeren og å sammenligne med andre studier. Det ble fokusert på defekter nært risikoorganer, og det ble brukt et gjennomlysningsapparat for å detektere disse. Ved funn av defekter ble det plassert en doseratemåler 30 cm bak sprekken. Studien konkluderte med at 70% av de kontrollerte blyfrakkene var defekte.

Finnerty og Brennan kontrollerte 41 blyfrakker med blyekvivalens på 0,25 mm på to ulike sykehus i Irland (5). Blyfrakkene ble gjennomlyst med en kV på 70 og 100, og det ble

registrert defekter, alder, vekt og design. Denne studien valgte også å se på rutinene for kvalitetssikring av blyfrakkene på de to ulike sykehusene. Forskerne konkluderte med at 73% av blyfrakkene var defekte og at kun sykehus 2 praktiserte med gode rutiner for kvalitetssikring.

### 1.5 Hensikt

Hensikten med dette prosjektet var å undersøke om det finnes en sammenheng mellom rutiner for kontroll av blyfrakker og hvordan tilstanden på blyfrakkene var. Da strålevern er et vektlagt tema i utdanningen for radiografer (8) er det interessant å se om rutinene for håndtering av blyfrakker etterleves på forskjellige sykehus. For å gjennomføre prosjektet formulerte vi forskningsspørsmålet: *Kvalitet på og rutiner for kontroll av blyfrakker ute i feltet.*

## 2.0 Metode

I dette prosjektet ble det undersøkt kvalitet på og rutiner for blyfrakker. Problemstillingen ble begrenset til å undersøke blyfrakker og å måle dose bak defektene til blyfrakkene som hadde faktiske hull eller sprekker.

### 2.1 Valg av metode og design

For å sikre prosjektets validitet ble det benyttet en kvantitativ metode. Da det var ønskelig å undersøke et større antall blyfrakker og gjøre registreringer av disse, ville dette resultere i et stort antall tall som skulle analyseres. Den kvantitative metoden som forskningsdesign var derfor et naturlig valg for dette prosjektet.

### 2.2 Utvalg av sykehus og blyfrakker

For å få undersøkt et bredt utvalg av blyfrakker ble undersøkelsen gjennomført ved to forskjellige sykehus som tilhørte det samme regionale helseforetaket. Sykehusene var av forskjellig størrelse der Sykehus 1 var større enn Sykehus 2. På disse sykehusene ble det valgt ut flere forskjellige avdelinger og røntgenlaboratorium (laboratorium blir videre omtalt som lab). Det var ønskelig å undersøke laber der blyfrakker ble benyttet opptil flere ganger daglig og laber der de ble tatt i bruk sjeldnere. Det var også svært interessant å se på laber med blyfrakker som ble brukt av helsepersonell som radiografer eller radiologer, og laber med

blyfrakker som ble brukt av arbeidsgrupper utenfor radiologisk avdeling. Bakgrunnen for dette var for å få variasjon i utvalget av- og kvaliteten på blyfrakkene som ble undersøkt.

Det ble bestemt å kontrollere ca. halvparten av alle blyfrakkene på hver avdeling. Årsaken til dette var blant annet begrenset med tid for disponering av gjennomlysningsapparatet på sykehusene. Det foregikk også undersøkelser parallelt på sykehuset samtidig som prosjektet fant sted, og det var derfor nødvendig å ha blyfrakker disponible til de ansatte ved behov.

### 2.3 Gjennomføring

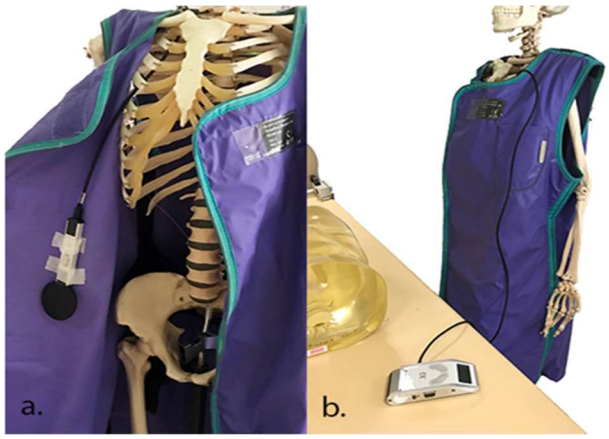
I forkant av besøkene på sykehusene ble det utført en pilot som skulle ligge til grunne for forberedelsen av prosjektet. Piloten ble gjennomført på studentlab med et konvensjonelt røntgenapparat.

Prosjektets faktiske tester startet med å kontrollere blyfrakkene visuelt og med palpering. Blyfrakkene med synlige rester av kontrast og blod ble vasket med varmt vann og desinfeksjon. Selv blyfrakker som ikke hadde palperbare funn ble gjennomlyst, og det ble gjennomlyst kun en blyfrakk om gangen. I prosjektet ble det fokusert på defekter som var 0,4 cm og lengre. Årsaken til dette var for å ha et sammenligningsgrunnlag til studien gjort av Oyar og Kışlalıoğlu (7). Defekter som ble oppdaget i kantene av blyfrakkene ble ikke undersøkt da proben til dosemåleren ikke kom til på en slik måte at resultatet som ble avlest kunne regnes som pålitelig. Dosemåleren som ble brukt var Unfors Mult-O-Meter. Registreringer ble gjort underveis, og informasjonen som ble registrert var frakknummer, lab, materiale, blyekvivalens, defekt, defektlokasjon, defektstørrelse, dose, serienummer og siste kontroll. Feltet for defektlokasjon, defektstørrelse og dose ble kun registrert dersom det ble funnet en eller flere defekter. Videre ble blyfrakkene lagt så flatt som mulig på undersøkelsesbenken og eventuelle overlappinger eller bretter ble rettet ut så godt som mulig. Deretter ble FOA (fokus-objekt-avstand) stilt inn til 110 cm. Det var ikke mulig å stille inn en fast kV, og variasjonen lå derfor mellom 73-77 under gjennomlysningene. Da fantomet ble gjennomlyst varierte kV fra 90-97. mA var på ca. 0,3 mens blyfrakkene ble gjennomlyst. Da dosene ble målt, ble et bekkenfantom lagt på undersøkelsesbenken for å generere spredt stråling. I løpet av den 10 sekunders lange gjennomlysningen for måling av dose, var mA 0,5-0,6. Pulsene ble stilt inn til to pulser per sekund, og det ble benyttet overbordsrør. Hele

blyfrakken ble gjennomlyst, og dersom det ikke ble detektert en defekt var dette hele prosedyren.

Ved funn av hull eller sprekker ble det lagt en linjal ved siden av defekten for å måle størrelsen av den. Det ble som nevnt tidligere valgt å fokusere på defekter som var 0,4 cm og lengre. Var defekten 0,4 cm eller større ble det lagt på en tapemarkør for å markere defektens lokasjon før resten av blyfrakken ble gjennomlyst. Dersom det ble gjort funn av flere defekter på samme blyfrakk ble også disse markert. En egen prosedyre ble laget for å måle dose bak defektene. Bordet ble stilt inn til naturlig arbeidshøyde og et skjelett ble brukt til å representere en radiolog i arbeid. Blyfrakken ble hengt opp på skjelettet slik den ville blitt brukt av personalet i en reell situasjon. Så ble skjelettet ikledd blyfrakk (*Figur 1)*, plassert 40 cm fra senter av primærstrålefeltet, og proben til dosemåleren ble deretter plassert bak defekten. Dosemåleren ble så slått på og det ble gjennomlyst i 10 sekunder. Dosen ble avlest straks etter gjennomlysningen var ferdig.

For å ha et sammenligningsgrunnlag ble det valgt ut to blyfrakker uten defekter. En med 0,25 mm blyekvivalens og en med 0,35 mm blyekvivalens. Begge blyfrakkene ble delt inn i kvadranter og det ble målt dose i hver kvadrant. Kvadrantene ble delt inn slik: Øvre høyre, nedre høyre, øvre venstre og nedre venstre (*Figur 2*). Dette var for å se etter sammenheng i defektlokasjon. For å undersøke rutinene for kontroll av blyfrakkene ble sykehusenes egne prosedyrer undersøkt. Kontakten ble holdt med aktuelle personer da det oppstod flere spørsmål angående rutiner og kontroll av blyfrakkene i etterkant av besøkene.




*Figur 1.* Måleproben ble tapet fast bak defekten (a). Blyfrakk henges over skjelett i tilnærmet arbeidsavstand fra fantom og primærstrålefeltet (b).

*Figur 2.* Blyfrakkene ble inndelt i fire kvadranter. Øvre høyre, øvre venstre, nedre høyre og nedre venstre. Dette var for å registrere defektlokasjon og sammenligne med referanseblyfrakk

## 2.4 Analyse av datamaterialet

Innsamlede data ble først registrert i et forhåndslaget skjema i Microsoft Excel og deretter importert inn i SPSS statistics (versjon 25, 2017) av IBM. I SPSS ble funksjonen *deskriptiv statistikk* bruk for å få en oversikt over hvor stor del av utvalget som hadde defekter og om det hadde en sammenheng med blyekvivalens og siste kontroll. Som nevnt tidligere var gjennomlysningsapparatet stilt inn til to pulser per sekund og ca. 75 kV. Sekvensen varte i 10 sekunder da dosene ble målt. Pulsraten på kardiologiske intervensjoner kan ligge mellom 7,5 pulser/sek og 15 pulser/sek (9), og eksponeringstid fra ca. 4 minutter til 34 minutter (10). Doseresultatene ble regnet ut til estimerte doser ved bruk av 7,5 pulser per sekund ved undersøkelser med varighet på 2, 5 og 10 minutter for å simulere intervensjoner med ulik varighet.

*Formel 1.* Utregning av dose ved endring i pulsrate.

$$\text{Dose} = \frac{\text{Målt dose * ny pulsrate}}{\text{opprinnelig pulsrate}}$$

## 2.5 Etiske implikasjoner

Dette prosjektet inneholder ikke pasient- eller personinformasjon. Det var derfor ikke nødvendig å sende søknader til Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK) eller Norsk senter for forskningsdata (NSD).

For å unngå negative inntrykk av sykehusene ved funn av defekte blyfrakker og/eller dårlige rutiner, er sykehusene anonymisert. Dette gjelder både de to ulike sykehusene og avdelingene innad. På grunn av dette betegnes sykehusene som Sykehus 1 og Sykehus 2. Avdelingene som tilhører Sykehus 1 benevnes som Intervensjon 1, Nukleærmedisin 1, Akuttmottak 1 og Gjennomlysning 1. Avdelingene tilhørende Sykehus 2 benevnes som Intervensjon 2, Akuttmottak 2, Computertomografi 2 (CT 2) og Kirurgisk poliklinikk 2 (Kir. Pol. 2)

## 2.6 Validitet og reliabilitet

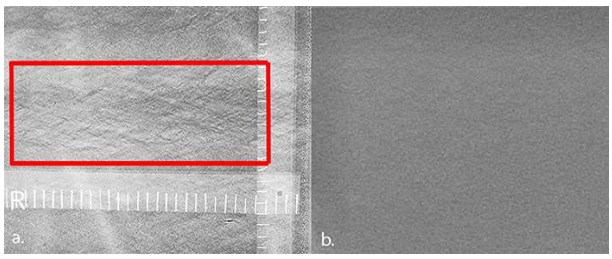
Validitet kan forklares som "uttrykk for i hvilken grad undersøkelsen har gitt svar på problemstillingen". (11, s. 223). Prosjektet hadde som hensikt å undersøke hvordan kvaliteten på blyfrakker er i utvalgte norske sykehus, hvilke rutiner som finnes rundt disse, og hvordan defekter kan påvirke stråledosen til brukeren. Testingene som ble utført ga en pekepinn på hvordan kvaliteten på blyfrakkene var på de to sykehusene som prosjektet ble gjennomført på.

Reliabilitet kan forklares som "uttrykk for i hvilken grad vi kan stole på resultatene av undersøkelsen, altså om den er nøyaktig nok" (11, s.222). For å argumentere for kvaliteten på blyfrakker på et nasjonalt nivå måtte det ha blitt gjennomført undersøkelser spredt på sykehus i resten av landet. Prosjektet har derimot gitt et innblikk i hvordan rutiner for kontroll av blyfrakkene på Sykehus 1 og 2 foregår. Dette prosjektet kan være interessant for videre forskning da vi ikke har funnet noe lignende i Norge.

## 3.0 Resultater

### 3.1 Andel defekte blyfrakker

Av alle 63 blyfrakkene som ble kontrollert i dette prosjektet ble det detektert 12 blyfrakker med én eller flere defekter. Dette tilsvarer 19% av utvalget. Avdelingen med størst andel defekter tilhørte Akuttmottak 1, der 62,5% av blyfrakkene hadde én eller flere skader. Deretter fulgte Intervensjonslab 1, der påviste defekter befant seg i personlige blyfrakker. Det ble ikke detektert defekter på blyfrakker tilhørende avdelingene Nuklærmedisin 1, Akuttmottak 2, CT 2 og Intervensjon 2. Resultatet i dette prosjektet viser at defekter ble funnet på blyfrakker ved intervensjon- og gjennomlysningslaber og kir. pol. Selv om det ikke ble funnet defekter på blyfrakkene som tilhører avdelingen Akuttmottak 2, viste materialet ujevnheter på tvers av blyfrakken (*Figur 3*).



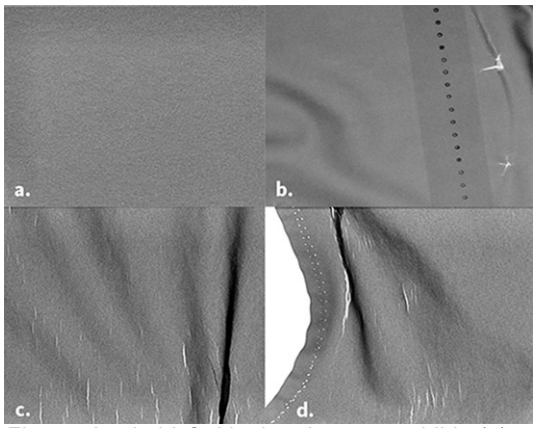

*Figur 3.* Synlige tegn på at blyfrakken har vært brettet. Røntgentette linjaler benyttes til å måle eventuelle defekter (a). Intakt blyfrakk i bilde (b)

*Tabell 1.* Fordeling av antall kontrollerte blyfrakker på de ulike avdelingene.

| Antall defekte blyfrakker | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Defekt | Total | Prosent |
| Lab | Intervensjon 1 | 4 | 16 | 25 |
| | Nukleærmedisin 1 | 0 | 7 | 0 |
| | Mottak 1 | 5 | 8 | 62,5 |
| | Gjennomlysning 1 | 1 | 5 | 20 |
| | CT 2 | 0 | 3 | 0 |
| | Kir. pol. 2 | 1 | 4 | 25 |
| | Intervensjon 2 | 1 | 12 | 8,33 |
| | Mottak 1 | 0 | 8 | 0 |
| Total | | 12 | 63 | 19,05 |

### 3.2 Defektlokasjon og størrelse

Av de 12 defekte blyfrakkene ble 50% av skadene lokalisert ved de øverste kvadrantene, mens 33,3% av defektene befant seg i de to nedre. En av blyfrakkene hadde en rift helt i kanten. Denne var ikke hensiktsmessig å måle da den spredte strålingen utenfor kanten ville ha gitt en forhøyet verdi. 8,3% av defektene var lokalisert helt i senter av blyfrakkene. Defektene varierte i størrelse fra 1-8 cm, men kun tre av blyfrakkene hadde sprekker større enn 2 cm. Flere av blyfrakkene bar tydelig preg av slitasje med detekterbare sprekker helt i kanten ved halsen eller ved armene.



*Figur 4.* Intakt blyfrakk gir et homogent bilde (a). Blyfrakk med sprekker/rifter (b). Blyfrakk med små sprekker fordelt over et større område (c). Blyfrakk med 8 cm sprekk i blyvinylet. Det hvite feltet til venstre er luft utenfor blyfrakken (d).

*Tabell 2.* Tabellen viser hvor defektene er detekter og fordelingen av defekter i kvadrantene.

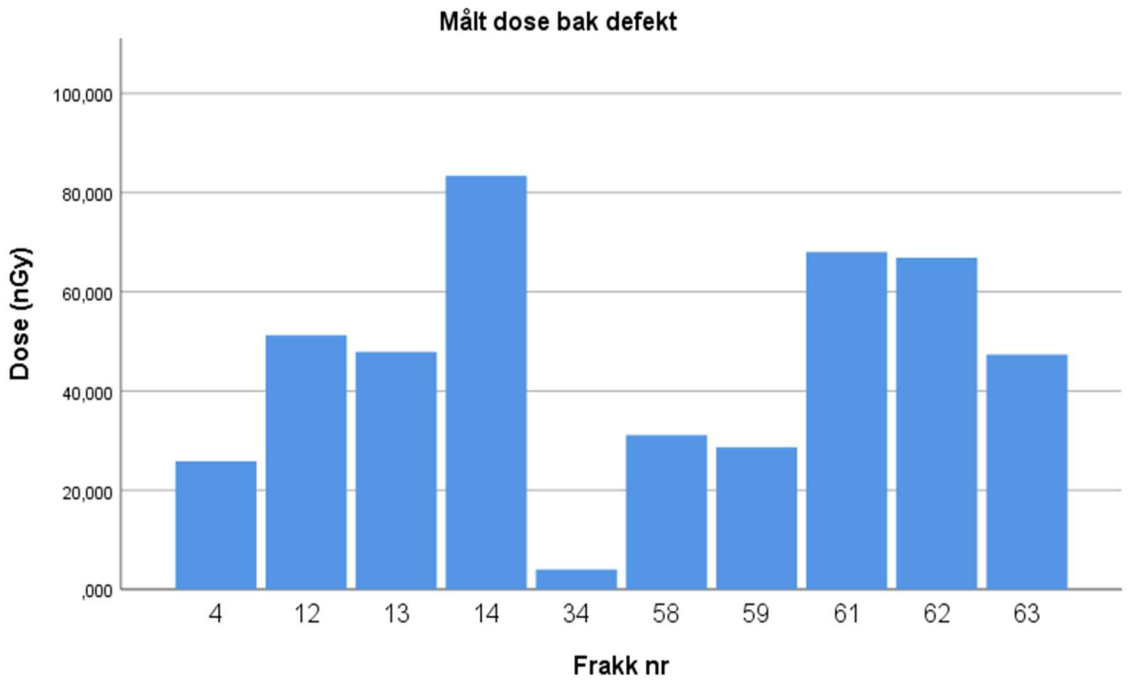
| Defektlokasjon | | |
|---|---|---|
| | Frekvens | Prosent |
| Øvre høyre kvadrant | 3 | 25 |
| Øvre venstre kvadrant | 3 | 25 |
| Nedre høyre kvadrant | 3 | 25 |
| Nedre venstre kvadrant | 1 | 8,3 |
| I senter | 1 | 8,3 |
| Rift i kant | 1 | 8,3 |
| Total | 12 | 100 |

### 3.3 Målt stråledose

Stråledosene bak defektene varierte fra 3,996 nanoGrey (nGy) til 83,370 nGy ved 10 sekunder eksponering 2 pulser/sek. Omregnet til 7,5 puls/sek hadde dosene en variasjon fra 359,64 nGy til 7503,3 nGy ved 2 minutter, fra 899,1 nGy til 18757,5 nGy ved 5 minutter og fra 1798,2 nGy til 37515 nGy ved 10 minutter. Gjennomsnittsdosen bak defektene var 45,42 nGy ved gjennomlysning 2 puls/sek i 10 sekunder. Estimert dose ved 10 minutter eksponering 7,5 pulser/sek, fem dager i uken i 46 uker er 8,628 milliGray (mGy). Dette gir et estimat på én utført undersøkelse per dag, fem dager i uken, i ca. ett arbeidsår. Som nevnt ble dosen bak en av sprekkene ikke målt, da defekten var så nær kanten at måleproben ville blitt påvirket av stråling der blyfrakken ikke beskyttet på siden. En annen blyfrakk hadde et lite område der det

blyimpregnerte vinylet var litt tynnere. Dette var synlig ved bruk av gjennomlysning, men stråledosen var tilnærmet transmittert stråling av et intakt område. Noen av blyfrakkene hadde flere små sprekker ved siden av hverandre som vist i *Figur 4(d).* Dose bak den største sprekken ble målt. Ren bakgrunnsstråling på lab ble målt til 0,032nGy etter 10 sekunder.

*Tabell 3.* Oversikt over målt stråledose til blyfrakkene i utvalget hvor defekter over 0,4 cm ble detektert.




### 3.4 Intakt referanseblyfrakk

Målingene av transmittert spredt stråling med 10 sekunder gjennomlysning 2 pulser/sek på intakt referanseblyfrakk med blyekvivalens 0,25mm, viste til 1,447nGy i øvre høyre kvadrant, 12,89nGy i øvre venstre kvadrant, 37,0nGy i nedre høyre kvadrant og 12,12nGy i nedre venstre kvadrant. Referanseblyfrakk med blyekvivalens på 0,35mm ble målt til 12,17nGy i øvre høyre kvadrant, 16,02nGy i øvre venstre kvadrant, 8,55nGy i nedre høyre kvadrant og 16,43nGy i nedre venstre kvadrant.

### 3.5 Blyekvivalens

Av de totalt 36 blyfrakkene som ble testet på Sykehus 1, hadde 17 blyfrakker en blyekvivalens på 0,25 mm. Det var 11 blyfrakker på Intervensjon 1 og fem på Nukleær 1. 17 av blyfrakkene på Sykehus 1 hadde en blyekvivalens på 0,35 mm. Tre av disse befant seg på

Intervensjon 1, to stk. på Nukleær 1 og åtte stk. på Akuttmottak 1. Kun to av blyfrakkene hadde en blyekvivalens på 0,5 mm, disse tilhørte avdelingen Intervensjon 1.

Det ble testet 27 blyfrakker på Sykehus 2. 14 av disse hadde en blyekvivalens på 0,25 mm. Av disse befant åtte stk. seg på Intervensjon 2 og seks stk. på Akuttmottak 2. De resterende 12 blyfrakkene hadde en blyekvialens på 0,35 mm. Tre av disse tilhørte Intervensjon 2 og de to siste tilhørte Akuttmottak 2.

*Tabell 4.* Fordeling av blyfrakker på de ulike labene sortert etter blyekvivalens.

| Antall blyfrakker - Blyekvivalens | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Blyekvivalens | | | Total |
| | | ,25 | ,35 | ,50 | |
| Lab | Intervensjon 1 | 11 | 3 | 2 | 16 |
| | Nukleærmedisin 1 | 5 | 2 | 0 | 7 |
| | Intervensjon 2 | 8 | 3 | 0 | 11 |
| | Kir. pol. 2 | 0 | 4 | 0 | 4 |
| | CT 2 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| | Mottak 2 | 6 | 2 | 0 | 8 |
| | Gjennomlysning 1 | 1 | 4 | 0 | 5 |
| | Mottak 1 | 0 | 8 | 0 | 8 |
| Total | | 31 | 29 | 2 | 62* |

### 3.6 Rutiner

Både Sykehus 1 og Sykehus 2 hadde egne rutiner for kontroll og vedlikehold av personlig beskyttelsesutstyr. Begge rutinene tok utgangspunkt i Strålevernforskriften § 26 (12).

Da prosjektet ble gjennomført stilte Sykehus 1 krav til årlig kontroll av alt beskyttelsesutstyr. Dette skulle i første omgang gjøres visuelt og ved palpasjon. Ved mistanke om skade skulle utstyret gjennomlyses og en egen beskrivelse av prosedyren fulgte med. Rutinen inneholdt også informasjon om behandling av blyfrakkene for å unngå at materialet skulle skades, og et eget avsnitt med informasjon om vask av blyfrakkene. Kontrollen skulle utføres av avdelingssjef og rapporteres inn til lokal strålevernskontakt.

Siste kontroll av blyfrakkene for Nuklærmedisin 1 var for 1½ -2 år siden. Det var usikkert når siste kontroll for Intervensjon 1, Gjennomlysning 1 og Akuttmottak 1 ble utført. Det ble

observert rester av både blod og kontrastmiddel på blyfrakkene. Rutinene for vask av blyfrakkene for de ulike avdelingene på Sykehus 1 var å vaske ved synlige rester, eller vask én gang i uken. Intervensjon 1 og Akuttmottak 1 hadde en avtale med renhold, der de la frem blyfrakkene på bårer slik at de ble vasket av renholdspersonalet.

Rutinene for kontroll og vedlikehold av personlig verneutstyr på Sykehus 2 oppfordret også til kontroll en gang i året, eller ved behov. I likhet med Sykehus 1 skulle det foretas en visuell kontroll og gjennomlyses ved behov. Det skulle også utføres en mottakskontroll før utstyret ble tatt i bruk for å sikre at utstyret var i orden. Årsaken til dette var for å kontrollere at tykkelsen på blyekvivalensen stemte med det utstyret ble oppgitt å ha, og med tanke på eventuelle sprekker eller andre skader under transport. Strålevernansvarlig hadde ansvar for jevnlig kontroll av utstyr og skulle informere avdelingsleder dersom utstyret var av dårlig kvalitet.

Ved Sykehus 2 ble blyfrakkene tilhørende avdelingene Intervensjon 2, CT 2 og Akuttmottak 2 kontrollert én måned før dette prosjektet. Blyfrakkene som tilhørte Kir. pol. 2 ble sjekket for 15 måneder siden. Flere av frakkene på Sykehus 2 hadde også rester av blod og kontrastmiddel. Rutinene for rengjøring av blyfrakkene var vask etter behov.

*Tabell 5.* Oversikt over andel defekte blyfrakker og når siste kontroll er utført.

| Defekte blyfrakker - Siste kontroll | | | |
|---|---|---|---|
| | | Prosent defekte blyfrakker | Siste kontroll |
| Lab | Intervensjon 1 | 25,0 | Ukjent |
| | Nukleærmedisin 1 | 0,0 | 18-24 mnd |
| | Mottak 1 | 62,5 | Ukjent |
| | Gjennomlysning 1 | 20,0 | Ukjent |
| | CT 2 | 0,0 | 1 mnd |
| | Kir. pol. 2 | 25,0 | 15 mnd |
| | Intervensjon 2 | 8,3 | 1 mnd |
| | Mottak 2 | 0,0 | 1 mnd |

# 4.0 Diskusjon

## 4.1 Bakgrunnsståling

Målingene som ble utført i dette prosjektet inkluderer bakgrunnsstråling fra miljøet som luft og kosmisk stråling (13). Dette er fordi bakgrunnsstrålingen ble målt så lav som 0,032 nGy ved måling i 10 sekunder. Det ble dermed konkludert å ikke trekke dette fra resultatene, siden denne dosen ikke vil påvirke dosen bak defekten i den grad at det vil bli en signifikant feilkilde. Årsaken til den lave bakgrunnsstrålingen inne på gjennomlysninglaben er rommets blyskjerming.

## 4.2 Sammenheng mellom defekter og avdelinger

Av de totalt 12 defekte blyfrakkene som ble detektert i dette prosjektet tilhørte 10 stk. Sykehus 1. Herunder var Akuttmottak 1 den avdelingen med flest defekte blyfrakker. 62,5% av de 8 blyfrakkene hadde detektbare defekter. Det er mulig at dette kan ha en sammenheng med at flere profesjoner jobbet sammen i et høyt tempo på denne avdelingen. Det kan tenkes at ikke alle profesjoner har hatt opplæring i hvordan blyfrakker skulle håndteres og oppbevares. Laben med nest flest defekte blyfrakker var Intervensjon 1 hvor 4 av 16 blyfrakker var defekte. På denne avdelingen hadde de ansatte personlige blyfrakker som var i bruk nesten hver dag. Det kan ha en sammenheng med hvor nøyaktig brukerne av blyfrakkene er på å henge de opp riktig etter bruk. Det ble ikke funnet noen defekter på Akuttmottak 2. Disse blyfrakkene var nyere og nylig kontrollert, og dermed mulig at eventuelle defekte blyfrakker allerede hadde blitt fjernet.

Funnene av andel defekte blyfrakker i dette prosjektet er lavere enn funnene i studiene som prosjektet er bygget på. I dette prosjektet ble 19% av blyfrakkene detektert med defekter, mens det ble funnet defekter i 70% av blyfrakkene i studien til Daniel og Xaviera (16), 73% defekte blyfrakker i studien til Finnerty og Brennan (5), og 68,2% defekte blyfrakker i Oyar og Kışlalıoğlus studie (7). Det er vanskelig å finne en direkte årsak til disse forskjellene, men en kan tenke seg at rutinene for vedlikehold av verneutstyr kan være en av årsakene.

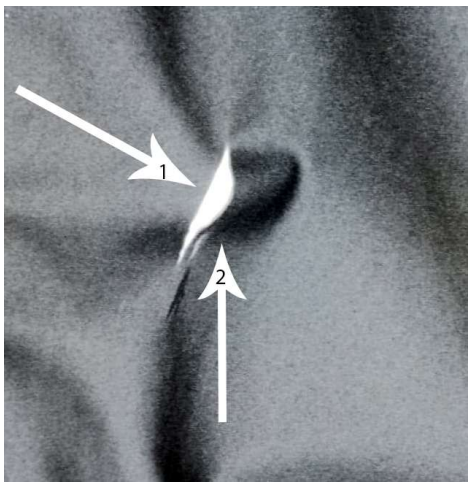
## 4.3 Defektlokasjon

De fleste defektene opptrådte på høyre side av blyfrakkene. Et likt antall defekter var representert i øvre høyre og øvre venstre kvadrant, men i de nedre kvadrantene var det størst funn på høyre side. Anslagsvis er 5-10% av befolkningen venstrehendte (14), og det er derfor

sannsynlig at de fleste av brukerne var høyrehendte og dermed ville stå med høyre side inn mot røntgenbordet. En kan derfor tenke seg at dette kan bidra til slitasje og skade på materialet i blyfrakken. Årsaken til at det ble målt ulike stråledoser i de ulike kvadrantene, kan også være på grunn av kvadrantenes ulike avstand fra fantomet der den spredte strålingen ble generert.

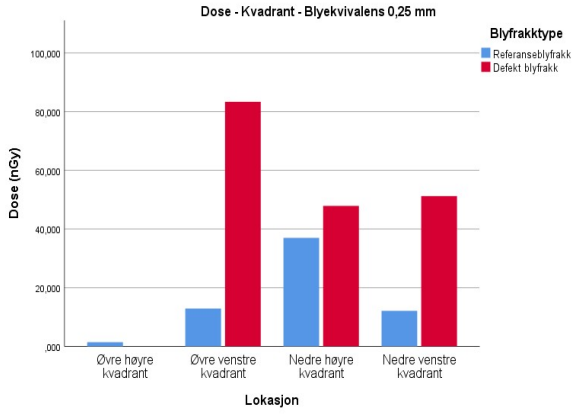
I følge Radiation Services in British Colombia, Canada, kan en akseptere en doseøkning opp til 5% i et defekt område. Samme rapport informerer om at maksimum defektområde ikke bør overstige 10 $cm^2$ på et område på kroppen, og 0.2 $cm^2$ over gonadene (15). I dette prosjektet ble den høyest målte stråledosen detektert på en blyfrakk med blyekvivalens på 0,25 mm. Denne defekten ble lokalisert i øvre venstre kvadrant med gjennomlysning i 10 sekunder og med 2 pulser/sek. Defekten var 1 cm lang og dosen ble målt til 83,37 nGy, noe som er mer enn seks ganger dosen bak et tilsvarende område på prosjektets referanseblyfrakk (12,89 nGy) (*Tabell 6)*. Dette overskrider artikkelens anbefalte grense på 5% økning av stråledose og viser at brukeren av blyfrakken vil kunne få en betydelig høyere absorbert stråledose.

Den nest høyeste registrerte dosen ble målt til 68,0 nGy. Denne blyfrakken hadde en blyekvialens på 0,35 mm og dosen ble målt bak en sprekk på 8 cm. Den mulige årsaken til at det er registrert en lavere dose på denne sprekken, som er 7 cm lengre enn defekten med høyest målte dose, er at denne blyfrakken hadde en høyere blyekvivalens. Det kan tenkes at dosemåleren har registrert mer transmittert stråling fra området rundt defekten på en blyfrakk med 0,25 mm blyekvivalens, sammenlignet med defekten bak en blyfrakk med 0,35 mm blyekvivalens. Vinkelen fotonene treffer defekten på kan også være av betydning. En smal sprekk kan slippe inn fotoner som treffer blyfrakken på skrå, mens den den vil være tilnærmet tett foran. På denne måten vil færre fotoner som treffer defekten forfra kunne penetrere sprekken *(Figur 5*).

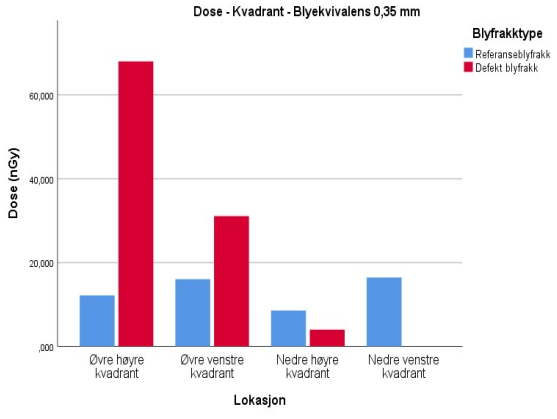


*Figur 5.* Fotoner som kommer fra skrå vinkel (1) på denne typen sprekker kan få en større inngangsport enn fotoner som treffer rett forfra (2).

*Tabell 6.* Høyeste målte dose bak defekt i kvadrantene, sammenlignet med dose målt fra referanseblyfrakk med blyekvivalens 0,25 mm. Blå stolpe representerer referanseblyfrakk, rød stolpe representerer defekt blyfrakk.




*Tabell 7.* Høyeste målte dose bak defekt i kvadrantene, sammenlignet med dose målt fra referanseblyfrakk med blyekvivalens 0,35 mm. Blå stolpe representerer referanseblyfrakk, rød stolpe representerer defekt blyfrakk.




## 4.4 Blyekvivalens

Statens strålevern veileder 5 "Veileder om medisinsk bruk av røntgen- og MR apparatur" anbefaler følgende tykkelse på blyfrakker til ulike bruksområder: 0,25 mm blyekvivalens ved arbeid på røntgenlaber og gjennomlysning. 0,35 mm blyekvivalens for dem som står nær pasienten under angiografi/intervensjonsprosedyrer og CT biopsier (6). Blyfrakker med 0,5 mm blyekvivalens vil gi mye bedre beskyttelse (17), men det gir en større belastning på brukeren (18, s. 291). Av de 16 blyfrakkene som ble testet på Intervensjonslab 1 på Sykehus 1 var det kun tre av disse som hadde blyekvivalens med anbefalt 0,35 mm. En av blyfrakkene, et sett med vest og skjørt, hadde blyekvivalens på 0,5 mm, mens de resterende 12 blyfrakkene hadde en blyekvivalens på 0,25 mm. Årsaken til dette er at blyfrakker med blyekvivalens på 0,25 mm som er overlappende på fremsiden, kan brukes som et alternativ til blyfrakkene med en blyekvivalens på 0,35 mm. Disse vil dog kun gi en ekstra beskyttelse av fremsiden av blyfrakken, mens baksiden og de laterale sidene vil være beskyttet med en blyekvivalens på 0,25 mm. Det anbefales å anvende minst 0,25 mm blyekvivalens ved 100 kV (17, s. 291). Prosedyren "Drainage Biliaris" bruker en gjennomsnittlig kV på 92 med et standardavvik på 11.8 (10). Men siden kV^2 er proporsjonal med dosen til pasienten vil også rørspenningen (kV) få en endring avhengig av størrelsen til pasienten (1, s. 130). Ifølge Meyer (19) blir flere og flere nordmenn overvektige, en kan derfor se for seg at kV vil bli over 100. På bakgrunn av dette kan en tenke seg at blyfrakkene tilhørende denne avdelingen burde ha endret tykkelsen på blyfrakkene fra 0,25 mm blyekvivalens til 0,35 mm blyekvivalens for å beskytte brukeren for spredt stråling ved prosedyrer med høy kV.

### 4.5 Rutiner

Det kan se ut som det kan knyttes en sammenheng mellom rutiner for kontroll av blyfrakker og andel defekter både på Sykehus 1 og Sykehus 2. Verken ansvarlig radiograf på Intervensjon 1, ansvarlig radiograf på Gjennomlysning 1 eller koordinator på Akuttmottak 1 hadde informasjon om når siste kontroll av blyfrakkene fant sted. Samtidig hadde disse avdelingene høyest andel defekte blyfrakker fra dette sykehuset. Utvalget fra Gjennomlysning 1 hadde 20% defekte blyfrakker, Intervensjon 1 hadde 25% defekte blyfrakker og Akuttmottak 1 hadde 62,5% defekte blyfrakker. Ansvarlig radiograf på Nukleærmedisin 1 anslo at blyfrakkene ikke hadde blitt testet på 1½-2 år. Selv om disse blyfrakkene ikke hadde blitt kontrollert på en stund ble det ikke detektert skader på blyfrakkene. Det kan være mange årsaker til dette. Det kan blant annet være at pasientundersøkelsene på nuklærmedisin utføres i et roligere tempo og med mer kontrollerte omgivelser enn undersøkelsene som for eksempel utføres på akuttmottak. På nukleærmedisin utføres også undersøkelsene av radiografer, bioingeniører eller liknende helsepersonell med kompetanse (12).

Blyfrakkene som tilhørte avdelingene for Intervensjon 2, CT 2 og Akuttmottak 2 hadde blitt kontrollert én måned før dette prosjektet. Det kan tenkes at dette er årsaken til få funn på Sykehus 2. Ifølge rutinene for dette sykehuset skulle verneutstyr som ga dårligst resultat fases ut først. Det kan derfor tenkes at defekte blyfrakker allerede hadde blitt fjernet i forkant av prosjektet. Blyfrakkene som tilhører Kir. pol. 2 ble sist sjekket for 15 måneder siden, men det ble likevel kun detektert en defekt.

Årsakene til at det er flest defekte blyfrakker på Sykehus 1 sammenlignet med Sykehus 2 kan være at det er forskjell i størrelsen på disse sykehusene. Sykehus 1 hadde flere ansatte, flere røntgenlaber og flere undersøkelser enn Sykehus 2. Dette fører til at blyfrakkene benyttes oftere og at de blir brukt av flere ansatte, noe som øker sannsynligheten for at blyfrakkene kan bli utsatt for skade.

Etter kommunikasjon med ansvarlige på de ulike avdelingene på Sykehus 1 ble det oppgitt at blyfrakkene skulle vaskes ved behov og/eller en gang i uken. Rutinen på dette sykehuset inneholdt en instruks for hvordan blyfrakkene skulle vaskes, men det var ingen informasjon om hyppighet. Som nevnt måtte en stor andel av blyfrakkene vaskes med både varmt vann og desinfeksjon før de ble kontrollert. De hadde rester av blod, kontrastvæske og tapebiter. Det kan tenkes at dette prosjektet fant sted ved et uheldig tidspunkt slik at avdelingene ikke hadde

ikke hadde hatt tid til å vaske utstyret etter bruk, men flere av blyfrakkene bar preg av at restene av kontrastvæske og blod hadde vært der en stund.

Rutinene for Sykehus 2 inneholdt ingen instruksjon om hvordan eller hvor ofte blyfrakkene skulle vaskes. Etter kommunikasjon med ansvarlig radiograf kom det frem at blyfrakkene skulle vaskes ved behov. Selv om rutinene ikke fokuserte på renhold av verneutstyret var det likevel færre blyfrakker som måtte vaskes i forkant av prosjektet sammenlignet med Sykehus 1. Disse blyfrakkene hadde hovedsakelig rester av kontrastmidler. Det var forventet at blyfrakkene tilhørende Akuttmottak 2 og Kir. pol. 2 ville ha rester av både blod og kontrastvæske. Likevel var kvaliteten på disse blyfrakkene mye bedre enn de på Sykehus 1. Ved visuell inspeksjon så verneutstyret nyere ut enn blyfrakkene på Sykehus 1. Dette kan skyldes at stoffet hadde en glatt overflate, mens det på Sykehus 1 var synlig slitasje i stoffet på blyfrakkene. Det kan tenkes at grundig rengjøring kan være mer utfordrende på slike blyfrakker da man må behandle disse mer varsomt slik at man ikke påfører stoffet mer skade.

Oyar og Kışlalıoğlu skriver at sykehuspersonalet ikke har kunnskap om vedlikehold, oppbevaring eller håndtering av blyfrakker (7). Daniel og Xaviera nevner ikke noe om rutinene på det sykehuset studien fant sted, men konkluderer med at det er nødvendig med bedre opplæring for behandling av blyfrakker (16). En del av studien til Finnerty og Brennan var å undersøke kvalitetssikringen av blyfrakker på de to ulike sykehusene, og konkluderte med at kun et sykehus hadde gode rutiner for dette (5). I sammenheng med kvalitetssikring på blyfrakker i disse studiene, kan en trekke paralleller til dette prosjektet. Selv om Sykehus 1 og Sykehus 2 har rutiner for årlig kontroll, blir ikke disse etterlevd i alle avdelingene, og en kan se en sammenheng med rutinene og andel defekte blyfrakker.

### 4.6 Validitet og reliabilitet

Det er hendelser som gjør at prosjektets resultater kunne vært mer nøyaktige. Det har for eksempel ikke blitt testet like mange blyfrakker per lab, og blyskjørt og blyvester ble regnet som individuelle blyfrakker. Testingen kunne blitt gjort enda mer nøyaktig. Et forslag til forbedring er for eksempel at fantomet kunne blitt lagt i nøyaktig samme posisjon hver gang for å få et best mulig sammenligningsgrunnlag. Dette kunne blitt gjort ved hjelp av tape markører. Det samme gjelder skjelettet. En kan også spørre seg om det kan ha påvirket resultatene for doser i betydelig grad at kV ikke kunne stilles inn manuelt. Resultatene kan også være påvirket av hvordan blyfrakkene ble valgt ut. De blyfrakkene som var synlig slitt

og så eldre ut ble valgt fremfor de som hadde mindre synlig slitasje. Dersom de som så nyere og mindre slitt ut hadde dominert i utvalget i dette prosjektet er det mulig at andel defekte blyfrakker ville blitt annerledes.

Det ble bestemt å kontrollere ca. halvparten av alle blyfrakkene på hver avdeling, men noen avdelinger har fått kontrollert en større andel av blyfrakkene. Dersom halvparten av alle blyfrakkene på hver lab hadde blitt kontrollert ville det ha blitt et mer rettferdig sammenligningsgrunnlag da det ikke var et likt antall blyfrakker på hver avdeling. For å få den mest optimale statistikken kan det tenkes at prosjektet skulle inkludert alle blyfrakkene på hver lab eller avdeling. Dette kunne gitt et annet resultat med tanke på prosentandel av defekte blyfrakker per lab/sykehus.

Det kunne vært hensiktsmessig å se på sammenheng mellom defekter og materiale i blyfrakkene, men det ble valgt å ikke fokusere på dette da oppgaven måtte begrenses.

## 5.0 Konklusjon

I dette prosjektet ble det sett på sammenheng mellom kvalitet og rutiner på blyfrakker fra to utvalgte sykehus. Etter å ha undersøkt blyfrakkene med gjennomlysning og å ha sett på rutinene, konkluderer vi med at det kan være sammenheng mellom rutiner og kvalitet på blyfrakker. Av de to sykehusene som ble undersøkt var det dårligst kvalitet på de blyfrakkene som tilhørte sykehuset med minst oppfølging av rutiner. Dette gjelder andel defekte blyfrakker, dårlig hygiene på blyfrakkene og en blyekvivalens der tykkelsen kanskje bør vurderes. Sykehuset der blyfrakkene blir undersøkt jevnlig hadde kun to defekte blyfrakker og var i hygienisk bedre stand. Resultatet fra dette prosjektet viser tendenser til forskjeller i kvalitet og rutiner for blyfrakker på norske sykehus, men for å kunne fastslå denne påstanden kreves ytterligere forskning.

## 6.0 Litteraturliste


1. Bushong SC. Radiologic Science for Technologists: Physics, Biology, and Protection. Eleventh ed. St. Louis, Missouri.: Elsevier; 2017. 665 p.
2. Lampignano JP, Bontrager KL. Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier; 2010. 841 p.
3. Kliniske effekter av stråling [Internet]. Oslo universitetssykehus. 2011/2012 [cited 19.05.2019]. Available from: https://www.helsebiblioteket.no/retningslinjer/h%C3%A5ndbok-i-nbc-medisin/str%C3%A5leskader/str%C3%A5letyper/kliniske-effekter?fbclid=IwAR345pUM8igDZ9Ao1243Fpdkb5QHaNJdUianXc7GNpcLUvvmvrUz0Xg-3co.
4. Andrea L. NicolMD MACM, Honorio T. BenzonMD. Essentials of Pain Medicine 2018
5. Finnerty M, Brennan PC. Protective aprons in imaging departments: manufacturer stated lead equivalence values require validation. European Radiology. 2005;15(7):1477-84.
6. Widmark A FE, Heikkilä, IE, Wikan K, Saxebøl G, Ormberg IW, Kofstadmoen, H. Veileder om medisinsk bruk av røntgen- og MR-apparatur. Veileder til forskrift om strålevern og bruk av stråling. Veileder nr. 5. Østerås; 2018.
7. Oyar OK, A. How protective are the lead aprons we use against ionizing radiation? Diagn Interv Radiol. 2012;18(2):147-52.
8. Silkoset RD FE. Strålevern i utdanningene for helsepersonell. Kartlegging av strålevernundervisningen for utvalgte helseprofesjoner som er involvert i arbeid med medisinsk
strålebruk. Østerås: Statens strålevern; 2014. Report No.: 2014:5.
9. Crowhurst J, Whitby M. Lowering fluoroscopy pulse rates to reduce radiation dose during cardiac procedures. Journal of medical radiation sciences. 2018;65(4):247-9.
10. Ruiz-Cruces R, García-Granados J, J Diaz Romero F, Hernández Armas J. Estimation of effective dose in some digital angiographic and interventional procedures1998. 42-7 p.
11. Grenness T. Innføring i vitenskapsteori og metode. Oslo: Universitetsforlaget; 2001. 225 p.
12. Strålevernforskriften. Oslo: Helse- og omsorgsdepartementet; 2016.

13. Komperød M RA, Skuterud L, Dyve JE. Stråledoser fra miljøet. Beregninger av befolkningens eksponering for stråling fra omgivelsene i Norge. Østerås: Statens strålevern; 2015.
14. Venstrehendthet [Internet]. I Store medisinske leksikon. 2017 [cited 30. april 2019]. Available from: https://sml.snl.no/venstrehendthet.
15. Emmy B. Duran BP. Rejection criteria for defects in lead apparel used for radiation protection of X-ray workers. Vancouver; 2003 01/2014.
16. Daniel OA XI. Integrity test of lead apron and its effect on personnel and carers. 2018;11:34-7.
17. Mary Alice Statkiewicz Sherer PJV, E. Rusell Ritenour Radiation Protection In Medical Radiogaphy. Sixth Edition ed. Maryland Heights2011.
18. Moore B, Vansonnenberg E, Casola G, Novelline RA. The relationship between back pain and lead apron use in radiologists1992. 191-3 p.
19. Meyer E, Bøhler, L, Vollrath, M. Overvekt og fedme i Noreg. Oslo; 2017 03.01.2017. Report No.: 1.

NTNU

Kunnskap for en bedre verden