

Kim L. Sæther og Mathias Figenschau

# Måling av stråledoser til hender på ortopeder ved kirurgi

Bacheloroppgave i Radiografi

Veileder: Øystein Olsen

Mai 2020



Kim L. Sæther og Mathias Figenschau

# Måling av stråledoser til hender på ortopeder ved kirurgi

Bacheloroppgave i Radiografi  
Veileder: Øystein Olsen  
Mai 2020

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



Kunnskap for en bedre verden



# Måling av stråledoser til hender på ortopeder ved kirurgi

## Sammendrag

Hvert år utføres det mange ortopediske operasjoner. Ved slike operasjoner benyttes det C-buer med veiledende røntgenstråling. Røntgenstrålingen som anvendes medfører stokastiske- og potensielt deterministiske stråleeffekter og reguleres dermed av myndighetene. I 2017 trådte en oppdatert Strålevernforskrift i kraft, forandringene inkluderte at yrkeseksponerte skal deles inn i en av to kategorier, basert på forventet stråledose. For at yrkeseksponerte skal bli plassert i kategori A må de overstige en av flere terskler. Blant disse terskelverdiene er en årlig ekvivalent dose til hud eller ekstremitet på 150 mSv. Denne studien har som mål å undersøke stråledosen til hendene på ortopediske kirurger. Målingene ble utført ved Ortopedisk avdeling på St. Olavs Hospital i Trondheim.

Utvalget for studien besto av 6 forskjellige ortopediske kirurger, og måleperioden var begrenset til februar 2020. For å måle stråledosen til ekstremiteten ble det benyttet et ringdosimeter og et armdosimeter på hver ortoped. I tillegg ble det benyttet to skjemaer for å samle inn relevant informasjon fra de forskjellige operasjonene. Det ble utført totalt 29 målinger i løpet av måleperioden. Doserapporten viste ekvivalente doser til finger mellom 0 og 1,63 mSv. Ekvivalente doser til underarm varierte fra 0 til 0,43 mSv.

Basert på de høyeste målte stråledosene, estimeres årlig ekvivalent dose til 19,56 mSv til finger og 5,16 mSv til underarm. Dersom man sammenligner forholdene mellom arm- og fingerdoser finner man en middels korrelasjon. Denne korrelasjonen mellom arm- og fingerdose, samt data innsamlet ved hjelp av skjemaene, antyder at den enkelte ortopedenes arbeidsteknikk og/eller kirurgisk prosedyre kan være av betydning for fingerdosen. Likevel kan videre studier av større omfang kunne bidra ytterligere til problemstillingen.

## Summary

Each year a considerable amount of orthopedic surgeries are performed. These surgeries employ C-arms and x-ray imaging as guidance. However, the ionizing radiation which makes the imaging possible, is also hazardous. In radiobiology, we differ between stochastic and deterministic effects. Because of these hazardous effects the use of ionizing radiation in medical imaging is regulated by the government. In 2017 an updated “Strålevernforskrift” (Regulations of radiation protection) went in effect. This included changes that demands occupationally exposed workers to be sorted into one of two categories, based on the expected amount of radiation exposure. For workers to be placed in category A they have to reach a certain threshold in regards to dosage. Amongst these thresholds is the threshold of 150 mSv annually in equivalent dose to the skin or extremities. The goal of this study is to measure the radiation dose to the hands of orthopedic surgeons at St. Olavs Hospital in Trondheim.

The selection consists of 6 different orthopedic surgeons. The measuring period was restricted to february 2020. To measure radiation dose to the hand, a ring- and an arm dosimeter was used on each surgeon. In addition to this, two different observational forms was used to gather relevant information from each surgery. In total, 29 measurements was gathered in the set time period. The dosage report showed equivalent dose to fingers between 0 and 1,63 mSv. Equivalent dose measured at the arm was between 0 and 0,43 mSv.

Based on the highest measured radiation doses, it translates to an estimated annual equivalent dose of 19,56 mSv to the finger, and 5,16 mSv to the arm. The relationship of the resulting doses measured at the finger and arm were of medium correlation. This medium correlation between radiation dose to arm and finger, supplied with information from the observational forms, suggests that the orthopedics working techniques and/or surgical procedures could be affecting the radiation dose to fingers considerably. However, further studies of a larger scale is suggested for more conclusive results.

## Bakgrunn

Hvert år gjennomføres det mange ortopediske inngrep i Norge. Formålet med inngrepene kan for eksempel være at det settes inn proteser eller skruer. Dette gjøres ofte i forbindelse med frakturer, eller folkesykdommer som artrose. Ved slike inngrep er røntgenapparatet et uvurderlig hjelpemiddel. Det produserer bilder slik at den ortopediske kirurgen kan fremstille aktuell anatomi for orientering.

Den ioniserende strålingen som gjør bildetakningen mulig medfører også en negativ effekt på biologisk materiale. Her skiller man mellom deterministisk og stokastisk effekt.

Deterministiske stråleskader har en terskelverdi og gjør seg ikke gjeldende før gitt terskelverdi oppnås. For personell som regelmessig blir eksponert for ioniserende stråling kan deterministiske effekter fremtre i form av strålingsindusert dermatitt og katarakt (Bushong, 2013). Stokastisk effekt innebærer økt sjans for stråleindusert malignitet (kreft) og genetiske effekter ved økende eksponering for ioniserende stråling (Bushong, 2013). Begge effekter tilsier at det er viktig å holde stråledosen minimal.

På grunn av den ioniserende strålingens negative effekt på biologisk materiale, er det i Norge pålagt at blant annet institusjoner som benytter seg av medisinsk stråling skal kategorisere personalet (Strålevernforskriften, 2016) etter hvor mye dose de potensielt kan bli utsatt for. De som jobber med, eller i nærvær av strålingsapparatet, skal plasseres i ulike kategorier for yrkeseksponerte. De deles opp i "A" og "B", der personell i kategori A skal systematisk overvåkes (Strålevernforskriften, 2016). For eksempel ved hjelp av persondosimetri.

Lovpålagt kategorisering av yrkeseksponerte kom med strålevernforskriften som trådte i kraft i 2017 (Endr. i strålevernforskriften, 2017). Strålevernforskriften bygger delvis på Euratom 13/59 som er et EU-direktiv angående blant annet yrkesrelatert bestråling og medisinsk strålebruk (EUR-Lex, 2013). Personell som kvalifiserer til kategori A utsettes for en effektiv dose over 6 mSv per år, en ekvivalent dose til hud eller ekstremiteter på 150 mSv per år, eller en ekvivalent dose på over 15 mSv til øyelinsen per år. Yrkeseksponerte som ikke overgår blant annet de ovennevnte begrensninger havner i kategori B (Strålevernforskriften, 2016).

En av de viktigste faktorene som påvirker stråledosen man mottar er avstand fra kilden. Den strålehygieniske avstandsloven (Inverse Square Law) forteller at dosen reduseres til en fjerdedel om man dobler avstanden til strålekilden (Bushong, 2013). Dosen kan derfor variere betydelig etter hvor på kroppen dosen blir målt. Tidligere er det gjort mange forskjellige studier med mål om å kartlegge stråledose til forskjellige yrkesgrupper. Temaet er komplekst, med mange variabler og mulige avgrensninger. Utførte studier har derfor ulike tilspissinger med tanke på studiedesign, yrkesgrupper, prosedyrer, røntgenapparat og måleområde.

I en studie (Singer, 2005) oppdaget de at ortopediske håndkirurger kan bli utsatt for en hånddose på 0,2 mSv per inngrep, denne dosen tilsvarer cirka en røntgen thorax til hendene per operasjon. En annen studie (Bahari *et al.* 2006) viste hånddoser på 0,8 mSv per operasjon ved enkelte fikserings-prosedyrer ved distal radius-, metacarp- og phalang-frakturer. I en studie fra 2014 (Żyluk *et al.* 2014) som siktet på å undersøke gjennomlysningstider innenfor forskjellige ortopediske prosedyrer, ble det oppgitt en dose på 73 mSv målt til hånd over en 7 måneders periode. Det ble omregnet til 125 mSv per år. Studiene viser verdier som ikke kan avskrives som trivielle. I Norge er det særlig relevant med tanke på de oppdaterte retningslinjene (Strålevernforskriften, 2016), som blant annet nedjusterer enkelte av de veiledende dosebegrensninger til forskjellige organer. På bakgrunn av internasjonale forskjeller i helsetjenesteorganisering, utdanning, arbeidsmetodikk og personell, maner det til videre kartlegging av stråledoser til de yrkeseksponerte. Lokale avvik fra internasjonal litteratur kan ikke utelukkes, det burde derfor utføres en mer lokal kartlegging av stråledoser til yrkeseksponerte.

Dette forskningsprosjektet har som mål å undersøke stråledosen til hendene, på ortopediske kirurger ved Ortopedisk avdeling på St. Olavs Hospital.



## Materialer og metode

Utvalget for studien var 6 forskjellige ortopediske kirurger ansatt ved St. Olavs Hospital i Trondheim. De ble trukket fra to seksjoner, håndkirurgi og traumeortopedi. Det ble bestilt et ring- og et armdosimeter til hver av disse ortopedene. Hvert sett med dosimeter var markert og nummerert unikt til den enkelte ortoped. Operasjonene ble utført ved ulike operasjonsrom på to avdelinger, til varierende tider. Logistikken rundt samarbeidet med ortopedene ble koordinert av avdelingenes daglige teamledere. De fungerte som kontaktpersoner og mellomledd i måleperioden. Denne måleperioden var begrenset til februar 2020. Det ble kun foretatt målinger på operasjoner der det ble forespeilet bruk av gjennomlysning. Antall målinger ble begrenset av hvor mange operasjoner de utvalgte ortopedene utførte i løpet av perioden. Andre faktorer som påvirket antall målinger var kommunikasjonen mellom de involverte partene, og forutsigbarhet rundt tidspunktene for operasjonene. Ved seksjonen for håndkirurgi var dagene nokså forutsigbare med tanke på tidspunkt for operasjoner. Ved den traumeortopediske seksjonen var det derimot mindre forutsigbart når en operasjon skulle finne sted. Dette kom av at kritiske detaljer rundt operasjonene som for eksempel bruk av gjennomlysning, varighet, og operatør ofte var usikre ved denne seksjonen.

## Dosimetri

I dette prosjektet ble det anvendt to forskjellige typer dosimeter. Et ringdosimeter som settes på fingeren, og et dosimeter som festes på underarmen nær håndleddet. Både ring- og armdosimeter ble benyttet på hver måling. Dette ble i utgangspunktet gjort for å finne ut om stråledosene som ble målt av armdosimeteret var representative for hånddose.

Dosimetrien som ble brukt i dette prosjektet er ringdosimeteret “Monoring” (Landauer USA Inc.), samt et ekstremitetsdosimeter fra samme leverandør (Landauer USA Inc). Dosimetrien ble festet nedovervendt (volart) slik at måleren var vendt mot C-buens røntgenrør i standardposisjon. C-buens orientering blir omtalt i et senere avsnitt angående røntgenapparat. Ringdosimeteret ble satt på lillefingeren slik at det var minst mulig i veien under kirurgi. Oppsett av dosimetri er illustrert i figur 3. Dosimetrien ble konsekvent festet på

den ikke-dominante ekstremiteten. Etter konferering med ortopedisk personell ble det bestemt å utføre målinger på den ikke-dominante hånden. Angivelig brukes den mer til posisjonering av anatomi enn den dominante, og kan dermed befinne seg nærmere strålefeltet. Dette må tas i betraktning når man leser resultatene.

Ringdosimeteret som ble benyttet er et thermoluminescens-dosimeter (TLD) som benytter litiumfluorid til å måle stråledosen (Landauer, 2019). Armdosimeteret er et OSL-dosimeter (Optisk Stimulert Luminescens) med "InLight"-detektorsystem. Dette dosimeteret benytter aluminiumoksid ( $Al_2O_3$ ) (Landauer, 2019) som medium for å måle stråledosen.

Dosimetri ble brukt direkte på huden, under de to lagene med hansker som ortopedene benyttet under operasjonene. Armdosimeteret blir også tildekket av ermet til de kirurgiske frakkene som brukes. Hanskene er laget av lateks og er av typen "Biogel Eclipse Indicator System" (Mölnlycke AB, Sverige), de sterile frakkene som brukes under operasjonene er av typen "Barrier Surgical Gown" (Mölnlycke AB, Sverige).

Resultatene angående de målte stråledosene kommer i en doserapport fra leverandøren (Landauer USA Inc.). Dosimetrien har terskelverdier som må overskrides for at stråledosen skal være målbar. I doserapporten blir dosimeter som ikke har mottatt stråledose over angitt terskelverdi markert som "M" og blir behandlet som nullverdier. I infoskrivet fra Landauer beskrives terskelverdiene for armdosimeteret (InLight) og fingerdosimeter (Monoring) som anvist i figur 1.

**M:** doseekvivalent under måleperioden som er mindre enn den laveste målegrensen for målemetodene:

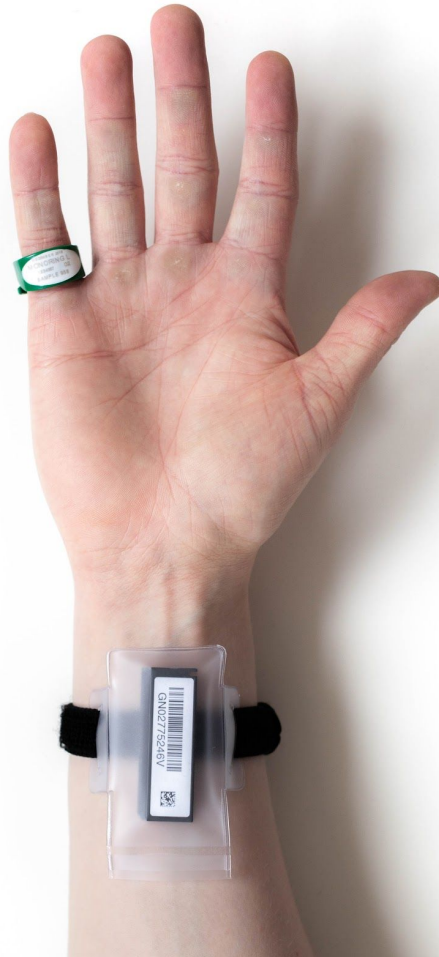
- InLight(OSL): 0,05mSv for røntgen, gamma og beta
- Monoring(TLD): 0,10mSv for røntgen, gamma og beta

**Figur 1:** Terskelverdier for målbare stråledoser til aktuell dosimetri fra Landauer. "M" er benevnningen brukt i doserapporten. "M" behandles som nullverdier, både i rapporten og i denne studien.

Dosimeter kan være kalibrert til å representere dose avgitt til ulike dybder i kroppen. Det skilles mellom “dybdedose” og “overflatedose”. Dybdedose (Hp10) er en kalibrering der stråledosen er satt til å representere dosen som avsettes ved 10 mm dybde. Overflatedose (Hp0,07) er en kalibrering der stråledosen er satt til å representere avsatt dose på 0,07 mm dybde. Ring- og armdosimeteret som er benyttet i denne studien måler kun overflatedose (Hp0,07).



**Figur 2:** Øverst er ringdosimeteret “Monoring” avbildet fra to hold. Nederst er ekstremitetsdosimeteret avbildet.



**Figur 3:** Hånd ikledd dosimetri. Dosimetri ble konsekvent plassert på den ikke-dominante hånden. Plasseringen på selve hånden var av hensyn til brukervennlighet, slik at de ikke skulle være i veien for kirurgen ved arbeidet.

## Desinfeksjon

Det stilles hygieniske krav til utstyr som skal benyttes på operasjonsrommet. I forkant av alle operasjoner ble dosimetri og armreim desinfisert i henhold til prosedyre godkjent av smittevernansvarlig ved sykehuset. Denne prosedyren består av et 3 minutters bad i desinfeksjonsmiddelet “Lifeclean Desinfeksjon” (LifeClean International AB), etterfulgt av skylling i et bad med sterilt vann. Dette ble utført gjennom steril prosedyre for å unngå kontaminering. Desinfeksjonen fant sted på to forskjellige skyllerom som ligger i nærheten av operasjonsrommene. Dosimetrien ble transportert mellom skyllerom og operasjonsrommet i en tildekket plastbeholder med sterilt vann. Desinfiseringen ble utført så tett opp imot operasjonen som praktisk mulig. De ortopediske kirurgene tok selv på seg dosimeter etter kirurgisk håndvask og hånddesinfeksjon, altså rett før operasjonen.

## Observasjon og Parametre

På forhånd ble det utviklet to skjema for å notere ulike parametre og variabler som ble observert under operasjonen. Skjemaene er utarbeidet under veiledning fra strålevernkoordinatorerne ved sykehuset. Skjemaene ble testet ved to operasjoner i forkant av dosemålingene. Parameterskjemaets punkter inkluderer blant annet DAP, kV, mA, gjennomlysningstid, pulsbredde, antall pulser/s, type C-bue og bordtype. Det inneholder også grunnleggende informasjon som dato, hvilken ortoped som ble målt og operasjonens varighet. Observasjonsskjemaet ble konstruert som en visuell huskelapp for hva som er aktuelt og hvordan det kan noteres. Dette skjemaet ble brukt som ett verktøy til å registrere relevante variabler som ikke er praktisk å måle i en operasjonssituasjon. Eksempler på slike variabler er ortopedens posisjon og kroppsstilling, posisjonering og håndtering av C-bue, pasientens anatomi, og posisjon av annet personell. Skjemaets fokus var særlig rettet mot strålekilde og omstendighetene rundt. Dette skjemaet ble brukt som et supplerende verktøy for å kunne forklare spesielle tilfeller eller avvik. Data tilegnet fra observasjonsskjemaer kan være preget av fortolkning. I hovedsak vil observasjonsdata bli brukt til å støtte opp om allerede bekreftet data fra parameterskjema eller dosemålinger. Skjemaene kan sees i sin helhet i figur 4.

### Doseparameter skjema

Til bruk for kartlegging av stråledoser til ortopedier ved hjelp av "Monoring" og observasjon. Dette skjema brukes av radiografstuderenter ved NTNU under et bachelorprosjekt i 2020.

Ortoped	Type operasjon	Dato/klokkeslett	Varighet	Observatør

Rom nr	DAP verdi før us	Program i bruk	Bordtype	Medusa nr

Verneutstyr	Blyfrakk	Blykrage	Monoring (hånd/finger)	
			H: <input style="width: 40px;" type="text"/>	V: <input style="width: 40px;" type="text"/>

DAP verdi etter us	Gjennomlysningstid	Pulsbredde	Tidspunkt ved eksponering	Varighet

Antall pulser pr sek	Rørvinkel (grader)

Strålegang (ap/pa)	Type C-bue (Single/Dual)

Kommentarer	kV	mA

Signert av observatør

### Observasjonsskjema

Observatør:  Type operasjon:

Dato:	Klokkeslett:	Ortoped:	Rom:

Stilling Ortoped i forhold til rør/strålehodet	Annet personale nært strålekilde?
Sittende/stående? Avstand til rør. Rørvinkel.	Antall, avstand, situasjon.
Boks for illustrasjon (posisjonering)	

Annet:

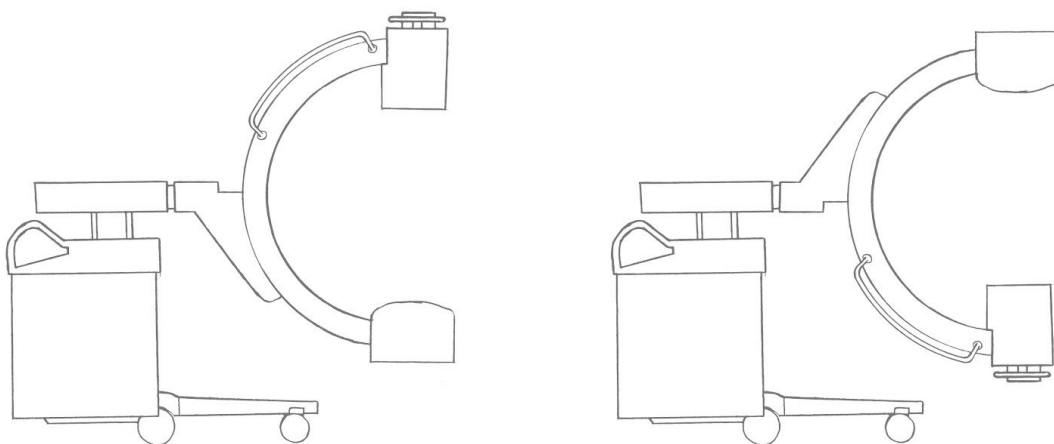
**Figur 4:** Parameterskjemaet (t.v) og observasjonsskjemaet (t.h). Parameterskjemaet ble benyttet til å hente inn relevante parameter omkring bruken av gjennomlysning under kirurgi. Observasjonsskjemaets hovedoppgave var å innhente supplerende informasjon, særlig angående arbeidsstillinger, posisjonering av personell og plassering av strålekilde.

## Operasjonsrom, personell og røntgenapparat

Operasjonsrommet er et rom som huser et operasjonsbord, samt andre relevante arbeidsstasjoner. Målingene fant sted i operasjonsrom med forskjellige utforminger, men mye var fortsatt likt. I sentrum av rommet er operasjonsbordet der kirurgene opererer på pasienten. I umiddelbar nærhet av operasjonsbordet og kirurgene, står en sterilt utøvende operasjonssykepleier som har hovedoppgave i å organisere det kirurgiske verktøyet som benyttes. Den sterilt utøvende operasjonssykepleieren er plassert i mellom to sterilt oppdekkede bord med kirurgisk utstyr. På motsatt side fra kirurgen og den sterilt utøvende operasjonssykepleieren har anestesipersonell en arbeidsstasjon. I et hjørne av operasjonsrommet står en annen operasjonssykepleier. Denne operasjonssykepleieren

håndterer usterilt utstyr og fungerer som koordinator. I måleperioden var normal besetning under en operasjon to ortopediske kirurger, to operasjonssykepleiere og én anestesisykepleier.

Røntgenstrålingen som blir benyttet under operasjonen produseres av en “C-bue”. C-buer er en type mobilt gjennomlysningsapparat som benyttes veiledende under operasjonen, samt til å ta postoperative-bilder. På ortopedisk avdeling ved St. Olavs Hospital har de flere forskjellige typer C-buer. Modellene som ble benyttet var Simens Arcadis Varic, Ziehm Vision R FD, Swemac Biplanar 600s og Ziehm Solo FD. Apparatene består av en bue med et røntgenrør og en bildereseptor montert på hver sin ende av buen. Denne buen er justerbar i forskjellige plan slik at den kan tilpasses pasientens anatomi og leie. Bildene vises på en monitor som er tilknyttet C-buen. “Swemac Biplanar 600s” er en såkalt “G-bue” med to sett røntgenrør og detektorer, den er dermed litt ulik de andre. Forøvrig fremstår apparatene nokså like, forutenom varierende detektorteknologi der to av C-buene benytter seg av bildeforsterkere, mens én C-bue benytter seg av en digital flat-panel detektor. For referanse, avklares C-buens orientering her. Det blir benyttet begrepene “Standard” og “Invertert” om C-buens orientering. Standard orientering innebærer at røntgenrøret befinner seg nærmest gulvet og skyter stråling opp mot bildereseptoren, mens invertert orientering innebærer at bildereseptoren befinner seg nærmest gulvet. Se figur 5.



**Figur 5:** Til venstre er en C-bue i standard orientering, med bildeforsterkeren øverst. Til høyre er C-buen i invertert orientering, med bildeforsterkeren nederst.

## Resultat

I perioden mellom 1/2/20 og 29/2/20 ble det utført totalt 29 målinger på de utvalgte ortopedene. Målingene ble utført ved 27 forskjellige operasjoner. Første måling fant sted 6/2/20. Dagene før ble satt av til testing av skjema og utvikling av rutiner i forbindelse med desinfeksjon. 11 målinger ble utført ved traumeortopedisk seksjon, resterende 18 ble utført ved seksjon for håndkirurgi.

Tabell 1 viser resultatene fra doserapporten. Første kolonne viser ortopednummer, andre kolonne viser resulterende stråledose til armdosimeteret for den gitte ortoped. Tredje kolonne viser stråledose målt til fingerdosimeteret for den gitte ortoped. Fjerde kolonne inneholder forholdstall oppgitt i prosent. Forholdstallet angir armdosens prosentvise størrelse av fingerdosen. Lavere prosent betyr større forskjell mellom stråledosene som er målt av hvert dosimeter. Dosene representerer overflatedose  $H_p(0,07)$  og er oppgitt i mSv. Ortoped nummer 1 overgikk ikke terskelverdien for målbar dose (M).

**Tabell 1:** Tabellen viser ortopednummer, ekvivalent overflatedose målt med arm- og fingerdosimeter, samt forholdstall.

Ortopednr.	Arm - $H_p(0,07)$ mSv	Finger - $H_p(0,07)$ mSv	Forholdstall
#1	0	0	-
#2	0,43	0,92	46,74%
#3	0,38	1,63	23,31%
#4	0,25	0,91	27,47%
#5	0,15	1,09	13,76%
#6	0,35	1,04	33,65%
<b>Gjennomsnitt</b>	0,26	0,93	-
<b>Standardavik</b>	0,16	0,53	-

I doserapporten fra Landauer er verdier under målbar terskel omtalt som nullverdier. Tabell 2 viser hvordan resulterende gjennomsnitts-verdi og standardavvik ser ut dersom nullverdien

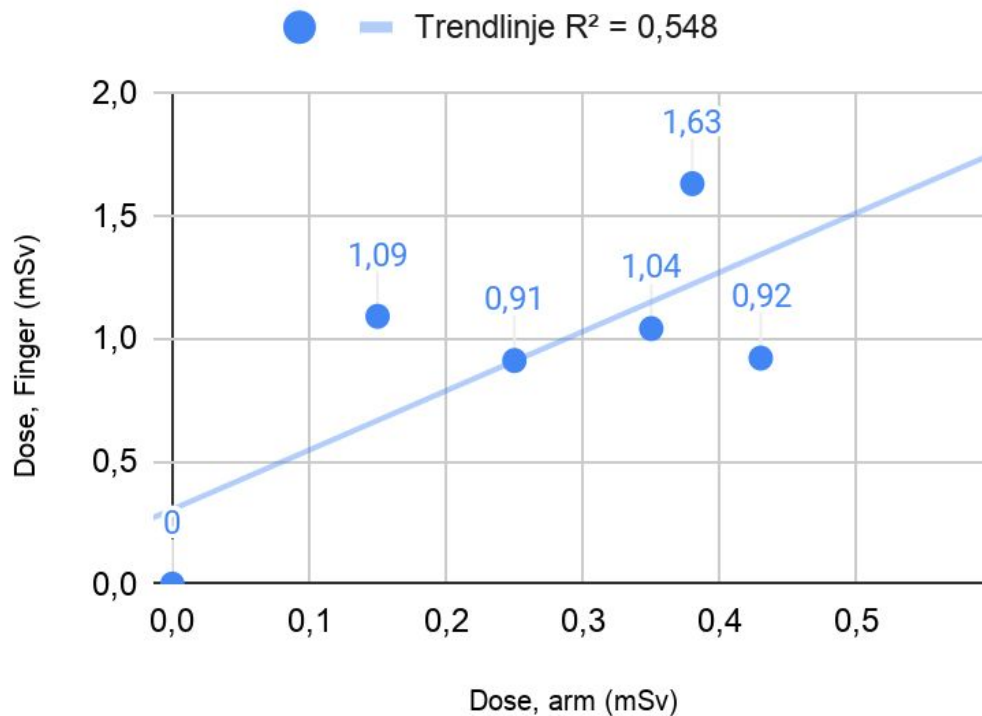


(målt ved ortoped #1) byttes ut med de respektive terskelverdiene for målbar dose for hvert dosimeter. Dersom stråledosen til ortoped #1 hadde vært tilsvarende terskelverdien til dosimetrien hadde utregnet gjennomsnitt og standardavvik vært marginalt høyere.

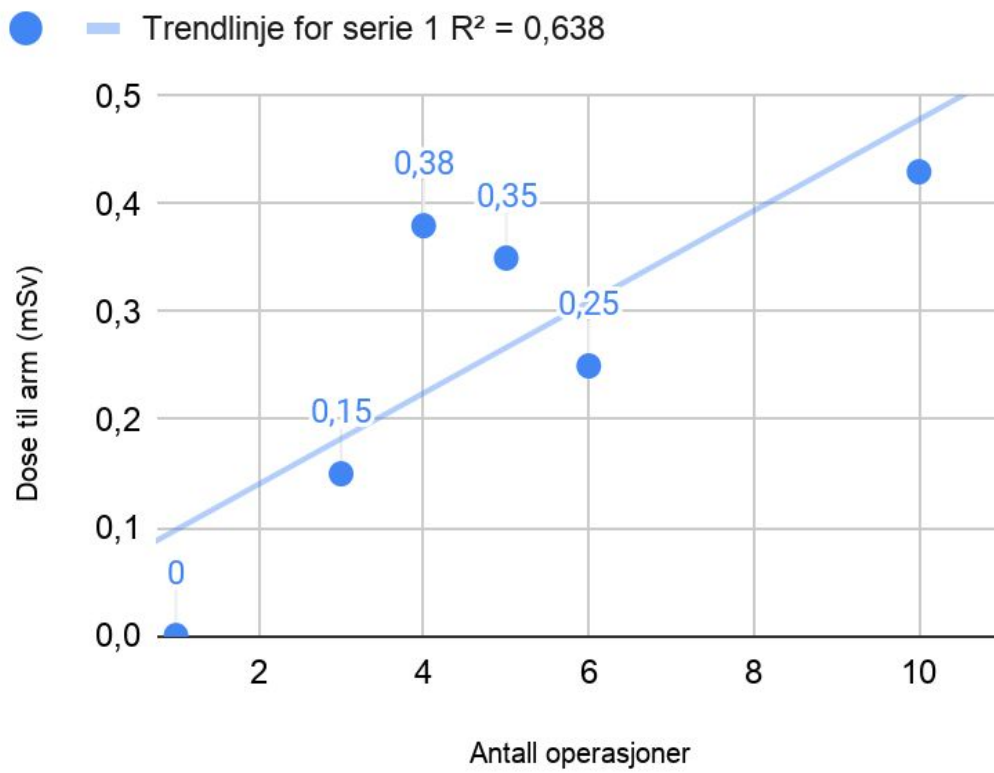
**Tabell 2:** Gjennomsnitt og standardavvik med terskelverdiene for målbar dose istedenfor nullverdier.

<b>Ortopednr.</b>	<b>Arm - Hp(0,07) mSv</b>	<b>Finger - Hp(0,07) mSv</b>
#1	0,05	0,10
#2	0,43	0,92
#3	0,38	1,63
#4	0,25	0,91
#5	0,15	1,09
#6	0,35	1,04
<b>Gjennomsnitt</b>	0,27	0,95
<b>Standardavvik</b>	0,15	0,49

Korrelasjonskoeffisient ( $R^2$ ) sier noe om den statistiske sammenhengen mellom de målte verdiene. Verdier nærmere 1 antyder en sterkere korrelasjon. Figur 6 viser at korrelasjonen mellom stråledosene målt til arm og finger er av middels grad.

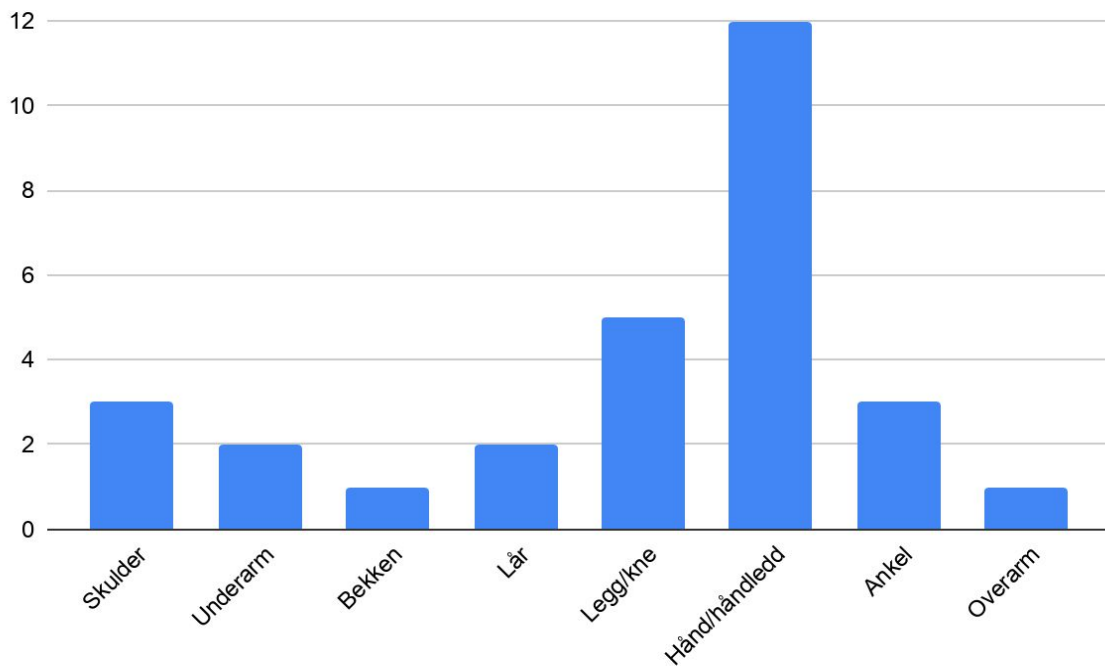


**Figur 6:** Forholdet mellom arm- (x-akse) og fingerdose angitt i mSv. Punktene viser målt fingerdose til hver enkelt ortoped, se tabell 1. Trendlinjen antyder en middels korrelasjon mellom målingene ( $R^2=0,548$ ).



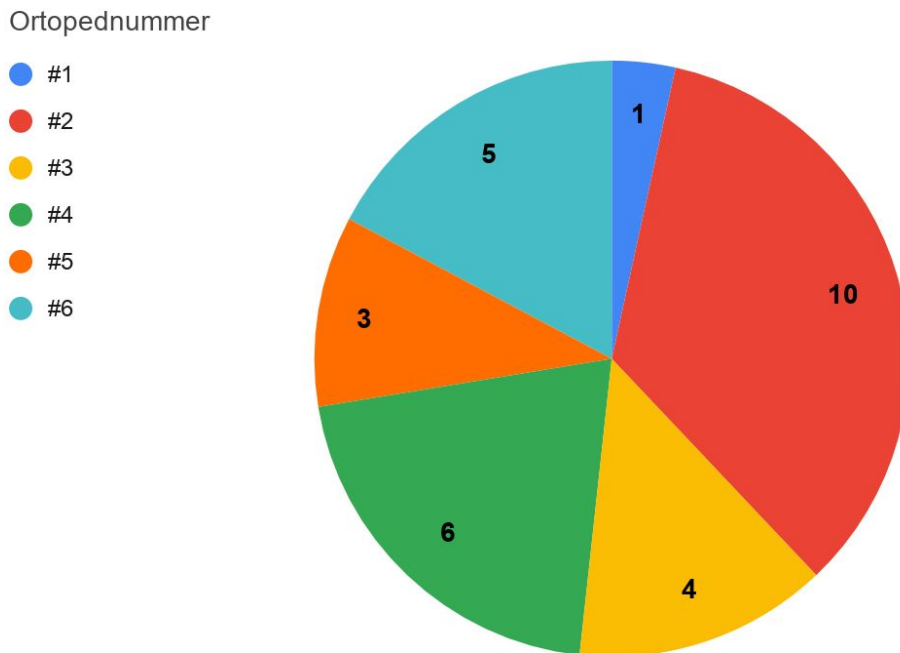
**Figur 7:** Forholdet mellom målt stråledose til arm og antall operasjoner utført. Trendlinjen antyder en sterk korrelasjon mellom økning i stråledose og økning i antall utførte operasjoner ( $R^2=0,638$ ).

Alle operasjonene det ble gjort målinger på var i forbindelse med frakturer. De fleste (23 av 27) operasjonene dreide seg om ordinære plate- og/eller skrue-fikseringer av bruddstykker. Tre av inngrepene var innoperering av margnagle/sperrenagle. En stor andel av operasjonene var i forbindelse med frakturer i hånd og håndledd, totalt 12 operasjoner. Det ble utført to operasjoner i proximale del av underarm, samt en refiksering av et brudd i en overarm. Det ble utført 4 operasjoner i kne/legg-området, tre operasjoner i ankel-området, samt to operasjoner i skulderområdet. Det ble også utført en bekkenoperasjon og to operasjoner ble gjort i forbindelse med frakturer i femur. Ved to av operasjonene var to av de utvalgte ortopedene tilstede, det omtales derfor som to ulike målinger. Figur 8 er en visualisering av antall målinger satt opp i mot hvilke anatomiske områder som ble operert.



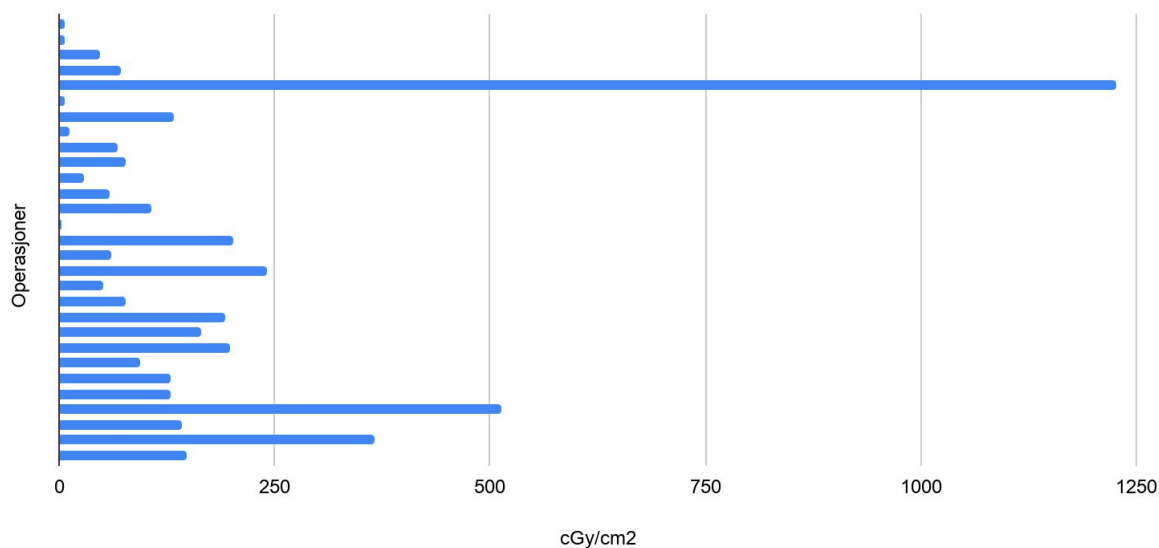
**Figur 8:** Målinger inndelt etter hvilken anatomisk region den tilsvarende operasjonen ble utført på, totalt 29 målinger. Figuren viser et flertall av målinger ved hånd/håndledd-operasjoner.

Antall målinger utført på hver ortoped i løpet av perioden var varierende. Av de 6 inkluderte ortopedene ble én av dem målt kun ved én anledning, mens den mest “travle” ortopeden ble målt 10 ganger. De resterende 4 ligger i stigende rekkefølge på 3, 4, 5 og 6 målinger per ortoped. Figur 9 viser antall målinger på hver ortoped. Ortopedene er her representert av hver sin farge.



**Figur 9:** Fordelingen av utførte målinger per ortoped. Hver farge representerer en ortoped, der ortoped #2 ble utført flest målinger på.

Det ble benyttet gjennomlysning i varierende grad. DAP-verdi per operasjon varierte mellom 2,79 cGy·cm<sup>2</sup> på det minste, og opp til 1226,4 cGy·cm<sup>2</sup> på det meste. Figur 10 visualiserer forholdet mellom endelig DAP-verdier per operasjon. Tabell 3 viser nøyaktig DAP-verdi ved endt operasjon, alle målingene er inkludert og kategorisert etter størrelse på DAP-verdi.



**Figur 10:** DAP(cGy·cm<sup>2</sup>) per operasjon. Hver søyle representerer én operasjon. De to operasjonene med høyest målt DAP verdi var begge operasjoner med innsetting av margnagle i femur.

**Tabell 3:** DAP-verdier fra de individuelle operasjonene kategorisert i stigende rekkefølge, målt i cGy·cm<sup>2</sup>.

Antall målinger med DAP(cGy·cm <sup>2</sup> ) mellom:			
0-50	51-100	101-200	>200
2,79	51,85	107,42	202,53
7,11	58,69	128,67	241,1
7,16	60,89	128,67	366,63
7,16	67	132,89	513,6
12,54	72,47	142,09	1226,4
28,11	76,31	148,57	
48,26	77,27	164,19	
	93,7	192,53	
		198,25	

Når det kommer til parametre som kV og mA ble det i hovedsak benyttet en form for “Automatic Brightness Control” (ABC). ABC er en funksjon som gjør at rørstrøm og/eller rørspenning blir automatisk diktert på grunnlag av valgt program på C-buen, samt hvor mye av strålingen som blir absorbert i mellom røntgenrør og bildereseptor (Bushong, 2013). Sjeldent ble det observert at parametre (gjelder både ovennevnte og øvrige parametre) ble

justert utover det som var satt av C-buens program ved oppstart. Ved noen anledninger ble antall pulser per sekund endret for å få en mer tilfredsstillende fremstilling av bevegelsene. Total gjennomlysningstid varierte fra 4 sekunder til 580 sekunder, med en gjennomsnittstid på 160 sekunder per operasjon. En detaljert oversikt over parametre anvendt ved hver operasjon kan sees i vedlegg 1.

Ortopedenes posisjon varierte mellom operasjonene, og innad i hver operasjon. I løpet av måleperioden ble det observert at ortopedene byttet mellom å stå og sitte. Som regel ble ortopedene sittende på samme lokasjon gjennom hele operasjonen. Unntaksvis flyttet ortopedene seg til en annen side av operasjonsbordet. Ortopedenes håndarbeid i forbindelse med stråling ble monitorert. Hendene ble registrert nært eller i strålefeltet (èn eller flere ganger) ved gjennomlysning i 25 av de 27 operasjonene. Ved 13 av disse tilfellene ble dette observert i sammenheng med manuell posisjonering av anatomi. To ganger ble det registrert at ortopedenes hender var synlige på røntgenbildet.

C-buen var som oftest plassert på motsatt side av pasienten fra der ortopedene satt. Det ble benyttet gjennomlysning ved behov, og C-buen kunne bli flyttet litt frem og tilbake i løpet av en operasjon. I følge ortopedene varierer bruken av gjennomlysning med blant annet hvor “åpen” operasjonen er, altså hvorvidt det er en åpen operasjon eller kikhullsoperasjon (privat kommunikasjon). Vedlegg 1 viser noen operasjoner der det kun er noen få sekunder som er gjennomlyst, da er det snakk om et lite opptak på slutten for å ta postoperative bilder. I all hovedsak var rørvinklingen den samme gjennom hele operasjonen, forutenom postoperative bilder. C-buene hadde som oftest standard orientering, kun ved to operasjoner ble det benyttet invertert C-bue som utgangspunkt. På operasjonsrommene målingene fant sted ble det benyttet to forskjellige bordmodeller, “Maquet Magnus” og “Maquet Alphamaxx”.

## Diskusjon

Forskningsprosjektet har som mål å undersøke stråledosen til hendene på ortopediske kirurger. Tabell 1 viser at ortopedene hadde en ekvivalent dose mellom 0 og 1,63 mSv til finger, og mellom 0 og 0,43 mSv til arm. Blant ortopedene i studien var gjennomsnittsdosen 0,93 mSv til finger og 0,26 mSv til arm.

Stråledosen som er målt på ortopedenes fingre er relativt høyt sammenliknet med dosen målt på ortopedenes underarm. Hvis man sammenligner resultatene i tabell 1 ser man at dosen til underarmen aldri er høyere enn 47% av dosen som er målt ved fingrene. De resterende dose-målingene på underarmen er under 34% av dosen til fingrene. I utgangspunktet er det ikke overraskende å måle mindre dose ved håndleddet enn distalt, ved fingrene. Med tanke på spredt stråling gir det mening at ortopedenes fingre, som er nærmere det bestrålte objektet, blir utsatt for mer stråling enn underarmen som er lengre unna. Det er dette avstandsloven dikterer. Da må man anta at ortopedene i hovedsak arbeider med hendene nærmest på operasjonsområdet.

Avstandsloven forteller oss at en dobling av avstanden fra strålekilden vil redusere dosen til en fjerdedel, dette er et lineært forhold. Hvis stråledosene som ble målt hovedsakelig hadde skyldtes spredt stråling ville resultatene vært noe mer lineært. Figur 7 viser forholdet mellom stråledosen målt til arm og antall utførte operasjoner. Den viser en nokså lineær økning, det indikerer en sterk korrelasjon mellom økt dose til arm og økt antall operasjoner utført. Figur 6, som viser forholdet mellom stråledose til arm og finger, viser en middels korrelasjon i resultatene. Det figuren indikerer er ikke forenelig med forventet visualisering dersom dosen i hovedsak var et resultat av spredt stråling. Dette antydes også i tabell 1, hvor standardavviket av ortopedenes fingerdoser er mye høyere enn standardavviket for armdosene.

Den vesentlige variasjonen i målingene kan tyde på at andre faktorer enn spredt stråling påvirker dosen. Noen mulige observerte årsaker er utførte kirurgiske prosedyrer og individuell arbeidsteknikk. Siden antall målinger per ortoped er få og sprikende, kan hvilke typer operasjoner de har utført være av større betydning for stråledosen de har mottatt.



Operasjonene som ble utført i måleperioden tyder på at enkelte kirurgiske prosedyrer kan innebære mer bruk av gjennomlysning enn andre. I vedlegg 1 kan man se at det er utført 3 operasjoner der det skulle opereres inn en margnagle. I et slikt inngrep skal en nagle settes inni marginen i en rørknokkel, noe som er annerledes enn en “vanlig” skrue- eller plate-fiksering. I vedlegg 1 ser man at to av de tre margnagle-operasjonene er blant inngrepene med høyest DAP-verdi. Samtlige “margnaglinger” har også lang gjennomlysningstid (total tid fluoro). En av disse har en særdeles høy DAP-verdi på 1226, 4 cGy·cm<sup>2</sup>, dette er over dobbelt så høyt som den nest høyeste verdien. Særlig disse nevnte margnaglings-prosedyrene kan gjøre utslag for ortopedene som har utført dem. Forutenom disse, kan andre enkelt-operasjoner som viser seg å være særlig innfløkte og røntgenkrevende bidra mye til ortopedenes doser. Resulterende doseverdi på ortopedene med få utførte operasjoner kan potensielt være mindre reliable. Det kan være at en eller flere av disse operasjonene er lite representativ.

I observasjonsskjemaene er det i 25 av 27 operasjoner observert at ortopedene har hender i eller nært strålefeltet ved gjennomlysning. Dette er ofte observert i sammenheng med at ortopedene bruker sine egne hender til å fikser/posisjonere pasientens anatomi, med formål om riktig fremstilling på bildet. Dersom ortopedens hender er i strålefeltet ved gjennomlysning mottar hendene primærstråling. Graden av mottatt primærstråling vil da være bestemt av ortopedenes arbeidsteknikk ved bruk av gjennomlysning. Da vil blant annet hendenes avstand til strålekilden, samt opptakets varighet være medvirkende faktorer. Hvilken hånd ortopedene velger å bruke ved posisjonering vil også spille inn her. I denne studien ble det gjort målinger på den ikke-dominante hånden. Det kan ikke utelukkes at den dominante hånden mottar en annen grad av primærstråling. Etersom at hender i strålefeltet ble observert såpass hyppig, kan primærstrålingen være av betydning, særlig for fingerdosen. Dette kan være en mulig forklaring til de sprikende verdiene vi ser i tabell 1.

Om vi tar utgangspunkt i de høyeste verdiene i doseresultatene og multipliserer disse med 12 for å representere en årlig dose, vil den ekvivalente dosen til finger være 19,56 mSv i året. Dette er med utgangspunkt i ortoped #3 sin ekvivalente dose til finger på 1,63 mSv, som er den høyeste stråledosen målt i perioden. Ekvivalent dose til underarm vil være 5,16 mSv, med utgangspunkt i ortoped #2 sin ekvivalente dose til underarm på 0,43 mSv. Hvor godt

måleperioden representerer årlig dose er dog usikkert, blant annet fordi at ortopedene har utført noen flere operasjoner forutenom de som er blitt målt. I figur 9 ser man fordelingen av målinger per ortoped, og at det i måleperioden ble foretatt et ulikt antall målinger på ortopedene. Det er ikke usannsynlig at denne fordelingen av operasjoner på ortopedene vil variere. På bakgrunn av dette og faktorer som arbeidsteknikk og kirurgisk prosedyre, kan resultatene være annerledes i en annen tidsperiode.

Ortoped #3, som mottok mest dose til finger, ble målt ved 4 operasjoner. En av disse operasjonene var en margnagle-prosedyre med DAP-verdi målt til 1226 cGy·cm<sup>2</sup>. Trolig bidrar denne operasjonen mye til ortopedens fingerdose. Ortoped #2 mottok høyest dose til underarmen i løpet av perioden. Dette var ortopedens som utførte flest operasjoner i denne studien (10 stk), noe som er forenlig med at vedkommende også mottok mest stråledose til arm. Det er viktig å poengtere at denne årlige dosen er et estimat, den må tolkes i lys av studiens omfang og begrensninger.

Ortoped #1 overgikk ikke terskelen for målbar dose på verken arm- eller fingerdosimeter. Ortopeden ble målt kun ved én anledning. Terskelverdien på arm- og fingerdosimeter er henholdsvis 0,05 mSv og 0,1 mSv. I tabell 1, der doseverdiene er presentert, er ortoped #1 sine stråledoser satt til 0. Reell dose kan ligge like under terskelverdiene. I tabell 2 ser man hvordan gjennomsnittet og standardavviket blir påvirket dersom man bytter ut nullverdien med terskelverdien på hvert dosimeter. Det fører til noen hundredeler i forskjell. De resterende ortopedene mottok stråledoser som ligger mellom disse ekstremene.

De resulterende stråledosene som ble målt i denne studien er en pekepinn på hvor mye stråledose ortopedene ved sykehuset kan motta til hendene. Grunnlaget er ikke tilstrekkelig reliabelt til å trekke definitive konklusjoner. Grunnlaget kan bygges videre på, og videre studier med større omfang og/eller lengre måleperiode vil kunne bidra ytterligere til problemstillingen.

## Konklusjon

I løpet av februar 2020 ble det utført 29 målinger på de 6 ortopediske kirurgene. Det resulterte i ekvivalente doser til finger mellom 0 og 1,63 mSv. Ekvivalente doser til underarm varierte fra 0 til 0,43 mSv. Med utgangspunkt i de høyeste målte verdiene tilsvarer det en estimert årlig ekvivalent dose på 19,56 mSv til finger, samt 5,16 mSv til underarm. Disse verdiene er lavere enn strålevernforskriftens dosegrense for kategori A yrkeseksponerte, som ligger på en ekvivalent dose på 150 mSv til hud eller ekstremitet.

Om man sammenligner målingene på underarm med målingene på finger er stråledosene målt ved fingrene spesielt avvikende. Forholdet mellom arm- og fingermålingene antyder at fingerdosimeteret er mer utsatt for primærstråling enn armdosimeteret. På grunn av middels korrelasjon mellom arm- og fingerdose, samt data innsamlet ved hjelp av skjemaene, tyder det på at ortopedenes arbeidsteknikk og/eller kirurgisk prosedyre kan være av betydning for målt stråledose til fingrene.

Studiens reliabilitet begrenses av måleperiodens varighet og antall målinger utført. Det kan ikke utelukkes at resultatene hadde sett annerledes ut dersom antall målinger hadde vært mer tallrike, eller måleperioden lengre.

## Referanseliste

Bahari, S., Morris, S., Broe, D., Taylor, C., Lenehan, B., Mcelwain, J. (2006) Radiation exposure of the hands and thyroid gland during percutaneous wiring of wrist and hand procedures, *Acta Orthopædica Belgica*, 72 (2), s. 94-198.

Tilgjengelig fra:

[https://www.researchgate.net/profile/Syah\\_Bahari/publication/7015759\\_Radiation\\_exposure\\_of\\_the\\_hands\\_and\\_thyroid\\_gland\\_during\\_percutaneous\\_wiring\\_of\\_wrist\\_and\\_hand\\_procedures/links/0912f5092aaae75668000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Syah_Bahari/publication/7015759_Radiation_exposure_of_the_hands_and_thyroid_gland_during_percutaneous_wiring_of_wrist_and_hand_procedures/links/0912f5092aaae75668000000.pdf)

(Hentet: 26. mai 2020).

Bushong, S.C. (2013) *Radiologic Science for Technologists*. St. Louis: Elsevier Mosby.

Endr. i strålevernforskriften (2017) *Forskrift om endringer i forskrift 16. desember 2016 nr. 1659 om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften)*.

Tilgjengelig fra:

<https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2017-02-03-118>

(Hentet: 14. februar 2020).

EUR-Lex (2013) *Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom*.

Tilgjengelig fra:

<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2013/59/oj>

(Hentet: 14. februar 2020).

Landauer (2019) *Ekstremitetsdosimeter*

Tilgjengelig fra:

[http://dev.landauer.no/wp-content/uploads/2019/02/FT-EXE-001-RevA\\_Extremity\\_Dosimeter\\_feb19\\_NO.pdf](http://dev.landauer.no/wp-content/uploads/2019/02/FT-EXE-001-RevA_Extremity_Dosimeter_feb19_NO.pdf)

(Hentet: 26. mai 2020).

Landauer (2019) *Monoring*®

Tilgjengelig fra:

[http://dev.landauer.no/wp-content/uploads/2019/02/FT-BAG-001-RevA\\_MonoRing\\_Feb19\\_NO.pdf](http://dev.landauer.no/wp-content/uploads/2019/02/FT-BAG-001-RevA_MonoRing_Feb19_NO.pdf)

(Hentet: 26. mai 2020).

Singer, G. (2005) Radiation Exposure to the Hands From Mini C-Arm Fluoroscopy, *The Journal of Hand Surgery*, 30(4), s. 795–797. doi: 10.1016/j.jhsa.2005.01.007

Strålevernforskriften (2016) *Forskrift om strålevern og bruk av stråling*.

Tilgjengelig fra:

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-16-1659>

(Hentet: 14. februar 2020).

Żyłuk, A., Puchalski, P., Szlosser, Z., Dec, P., Chračhol, J. (2014) Exposure of the Surgeon's Hands to Radiation During Hand Surgery Procedures, *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 16 (6), s. 595-604. doi: 10.5604/15093492.1135117

# Vedlegg

Vedlegg 1:

Dato	Ortoped	Varighet (min)	Type operasjon	Overordnet Ana	Spesifikk Anatomi	Side	Program	Bordtype
6/2/20	2	70	Plate/skrue fikse	Skulder	Acromion	Dxl.	Trunk	Maquet Magnus
6/2/20	3	70	Plate/skrue fikse	Skulder	Acromion	Dxl.	Trunk	Maquet Magnus
10/2/20	6	110	Plate/skrue fikse	Underarm	Radius	Dxl.	Ortho/Traum	Maquet Alphamax
11/02/20	1	190	-	Bekken	Pelvis	Sin.	Extremities,	Maquet Magnus
11/02/20	3	135	Margnagle	Lår	Femur	Dxl.	Trunk, Metal	Maquet Magnus
11/02/20	2	60	Plate/skrue fikse	Legg/kne	Patella	Sin.	Trunk	Maquet Magnus
12/02/20	6	35	Plate/skrue fikse	Hånd/håndledd	Hånd	Sin.	Extremities,	Maquet Alphamax
12/02/20	6	50	Plate/skrue fikse	Hånd/håndledd	Hånd	Dxl.	Extremities,	Maquet Alphamax
13/02/20	6	52	Plate/skrue fikse	Hånd/håndledd	Distal radius	Dxl.	Extremities,	Maquet Alphamax
13/02/20	4	40	Plate/skrue fikse	Hånd/håndledd	Distal radius	Dxl.	Extremities,	Maquet Alphamax
14/02/20	4	57	Plate/skrue fikse	Hånd/håndledd	Phalang	Dxl.	Extremities,	Maquet Alphamax
14/02/20	2	205	Plate/skrue fikse	Ankel	Ankel	?	Ortho/Traum	Maquet Magnus
14/02/20	4	35	Plate/skrue fikse	Hånd/håndledd	Hånd	Dxl.	Extremities,	Maquet Alphamax
17/02/20	2	30	Plate/skrue fikse	Hånd/håndledd	Phalang	Dxl.	Basic/Extend	Maquet Magnus
18/02/20	2	105	Plate/skrue fikse	Ankel	Ankel	Dxl.	Extremities,	Maquet Magnus
18/02/20	5	-	Plate/skrue fikse	Hånd/håndledd	Distal radius	Dxl.	Extremities,	Maquet Alphamax
19/02/20	2	65	Margnagle	Legg/kne	Tibia	?	?	Maquet Magnus
19/02/20	5	61	Plate/skrue fikse	Hånd/håndledd	Distal radius	Sin.	Extremities,	Maquet Alphamax
20/02/20	2	135	Plate/skrue fikse	Overarm	Humerus	Sin.	Ortho/Traum	Maquet Magnus
21/02/20	5	90	Plate/skrue fikse	Hånd/håndledd	Hånd	Sin.	Trunk	Maquet Magnus
24/02/20	4	50	Plate/skrue fikse	Hånd/håndledd	Distal radius	Sin.	Extremities,	Maquet Alphamax
24/02/20	2	70	Plate/skrue fikse	Skulder	Scapula	Dxl.	Trunk	Maquet Alphamax
25/02/20	3	130	Plate/skrue fikse	Legg/kne	Tibia	Sin.	Legg/Feet/Sia	Maquet Magnus
26/02/20	2	120	Plate/skrue fikse	Legg/kne	Tibia	Sin.	Ortho/Traum	Maquet Magnus
26/02/20	3	120	Plate/skrue fikse	Legg/kne	Tibia	Sin.	Ortho/Traum	Maquet Magnus
26/02/20	2	120	Margnagling	Lår	Distal femur	Sin.	?	Maquet Magnus
26/02/20	4	60	Plate/skrue fikse	Hånd/håndledd	Scaphoid	Dxl.	Extremities,	Maquet Alphamax
26/02/20	4	125	Plate/skrue fikse	Underarm	Radius	Dxl.	Extremities,	Maquet Alphamax
28/02/20	6	150	Plate/skrue fikse	Ankel	Legg/Ankel	Sin.	Ortho/Traum	Maquet Alphamax

C-Bue	C-Bue posisjon	Ringdosimeter	Rørvinkel °	Puls/s	Pulsbredde %	Gj.snitt KV	
Ziehm Vision R F Standard		Dxt.		20	8	58	68
Ziehm Vision R F Standard		Sin.		20	8	58	68
Siemens Arcadis \ Standard		Sin.		0 Auto	-	58	61
Ziehm Solo FD Standard		Sin.		0 Auto		58	102
Ziehm Vision FD Standard		Sin.	90 / 0		8	57	64
Ziehm Vision FD Standard		Dxt.		0	8	57	51
Ziehm Vision R F Standard		Sin.		0	25	58	49,4
Ziehm Vision R F Standard		Sin.		0 Auto		57	47,8
Ziehm Vision R F Standard		Sin.		0	8	57	49,5
Ziehm Vision R F Standard		Sin.		0 Auto		57	52
Ziehm Vision R F Standard		Sin.		0 Auto		57	47,4
Siemens Arcadis \ Invertert		Dxt.	90 / 0		8 -	57	52,18
Ziehm Vision R F Standard		Sin.		0 Auto		57	50,4
Siemens Arcadis \ Standard		Dxt.		0	8 -	57	45
Ziehm Vision R F Standard		Dxt.		0 Auto		57	57,8
Ziehm Vision FD Standard		Sin.		0	25	57	49,16
Olofin Biplanar 6 Standard		Dxt.	0, 90	?	-	57	53,29
Ziehm Vision R F Standard		Sin.		0 Auto		57	50,75
Siemens Arcadis \ Standard		Dxt.		0	8 -	57	58,75
Ziehm Vision R F Invertert		Sin.		0 8 / 25		58	45,8
Ziehm Vision R F Standard		Sin.		0	25	57	49
Ziehm Vision R F Standard		Dxt.		20 8 / 25		100	78
Siemens Arcadis \ Standard		Sin.	0, 15		8 -	57	60,87
Siemens Arcadis \ Standard		Dxt.	0, 90	-	-	57	62,84
Siemens Arcadis \ Standard		Sin.	0, 90	-	-	57	62,84
Olofin Biplanar 6 Standard		Sin.	0, 90	-	-	57	63,35
Ziehm Vision R F Standard		Sin.		0 Auto		57	49,2
Ziehm Vision R F Standard		Sin.		0 Auto		57	49,8
Siemens Arcadis \ Standard + L/R		Sin.	5 / 0	-	-	57	63

Gj. snitt mA	Total tid fluoros	Preop DAP cGy	Postop DAP cGy	DAP per OP
14.1	6	18,69	25,85	7,16
14.1	6	18,69	25,85	7,16
0.7	101	0	48,28	48,28
9.2	19	0	72,47	72,47
13,02	580	0	1228,4	1228,4
10,2	4	0	7,11	7,11
4,98	224	0	132,89	132,89
4,38	29	0	12,54	12,54
4,8	159	0	67	67
5,3	139	0	76,31	76,31
4,24	50	0	28,11	28,11
0,78	142	0	58,69	58,69
5	174	0	107,42	107,42
0,3	18	0	2,79	2,79
6,5	185	0	202,53	202,53
4,75	159	0	60,89	60,89
1,38	324	0	241,1	241,1
5,15	103	0	51,85	51,85
1,1	219	0	77,27	77,27
6,78	217	0	182,53	182,53
4,63	324	0	164,19	164,19
12,15	50	0	198,25	198,25
2,98	57	0	93,7	93,7
1,4	98	0	128,67	128,67
1,4	98	0	128,67	128,67
1,88	339	0	513,6	513,6
5,4	291	0	142,09	142,09
4,9	564	142,09	508,72	366,63
1,3	138	0	148,57	148,57



