

# Stråleeksponering og optimalisering ved røntgen thorax av premature og neonatale pasienter

Guro Vangen Førde og Ingeborg Marie Aas

Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet

Institutt for helsevitenskap i Gjøvik

Bachelor i radiografi

Bacheloroppgave

Vår 2022



## Forord

*Hensikten med oppgaven er å se på faktorer som bidrar til økt stråledose blant premature og neonatale pasienter og hvordan tiltak kan bidra til å redusere denne. Arbeidet har vart fra høsten 2021 til våren 2022, og har vært en lærerik prosess. Gjennom å skrive denne oppgaven har vi tilegnet oss kunnskap om røntgen thorax av premature og neonatale pasienter og hva som bidrar til og reduserer dosen til disse pasientene, slik at vi kan bringe dette med oss når vi går ut i arbeidslivet. Oppgaven er rettet mot radiografer, spesielt de som er involvert med denne pasientgruppen, men også annet fagpersonell som finner temaet aktuelt og interessant.*

*Vi vil takke vår veileder Astrid Berntsen som har assistert med oppmuntring, god veiledning, konstruktive tilbakemeldinger og god hjelp underveis i skriveprosessen. Til slutt vil vi takke alle som har bistått med gjennomlesning av oppgaven med et konstruktivt blikk, og oppmuntring gjennom arbeidet.*

*Gjøvik 09. Mai 2022*

*Guro Vangen Førde og Ingeborg Marie Aas*

*19BRAD – NTNU i Gjøvik*

## Innholdsfortegnelse

<b>Sammendrag</b> .....	<b>6</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>7</b>
<b>Ordliste</b> .....	<b>8</b>
<b>1.0 Innledning</b> .....	<b>10</b>
1.1 Bakgrunn for valgt tema.....	10
1.2 Hensikt med oppgaven .....	11
1.3 Radiograffaglig relevans .....	11
1.4 Problemstilling.....	11
1.5 Avgrensing.....	11
1.6 Oppgavens oppbygning.....	12
<b>2.0 Teori</b> .....	<b>13</b>
2.1 - Prematur fødsel og komplikasjoner.....	13
2.2 ALARA – As Low As Reasonably Achievable.....	13
2.3 Yrkesetiske retningslinjer og forskrift om nasjonal retningslinje for radiografutdanning .....	14
2.4 Nasjonale diagnostiske referanseverdier .....	15
<b>3.0 Metode</b> .....	<b>17</b>
3.1 Litteraturstudie .....	17
3.1.1 Kvalitative og kvantitative artikler .....	17
3.1.2 Begrunnelse for valg av metode.....	17
3.1.3 Fremgangsmåte .....	18
3.2 PICO-skjema.....	18
3.3 Inklusjons og eksklusjonskriterier.....	19
3.4 Avansert søk og utvalg .....	20

3.5 Flytskjema.....	21
3.6 Kritisk vurdering av studiene .....	22
3.7 Analysering.....	22
3.8 Ethiske utfordringer .....	23
<b>4.0 Resultater.....</b>	<b>24</b>
4.1 Presentasjon av resultater.....	24
4.2 Sammenfatning av resultater .....	31
4.2.1 Eksponeringsparametre.....	32
4.2.2 Kollimering og beskjæring av akkvirerte bilder.....	33
4.2.3 Filtrering.....	34
4.2.4 Kumulativ dose.....	34
4.2.5 Bildekvalitet, kuvøse og detektorplassering .....	35
4.2.6 Ultralyd .....	35
4.2.7 Protokoller.....	36
<b>5.0 Diskusjon.....</b>	<b>37</b>
5.1 Mangel på vektclasser til protokoller .....	37
5.2 Teknikk og detektorplassering .....	38
5.3 Ulikheter i eksponeringsparametre.....	39
5.4 Diagnostiske referanseverdier.....	40
5.5 Strålefølsomhet .....	40
5.6 Ultralyd .....	41
5.7 Muligheter til forbedring.....	42
5.8 Metodekritikk .....	43
<b>6.0 Konklusjon.....</b>	<b>46</b>
<b>7.0 Litteraturliste.....</b>	<b>48</b>
<b>Vedlegg 1: Søkehistorikk.....</b>	<b>51</b>

<b>Vedlegg 2: Presentasjon av temaer i inkluderte studier .....</b>	<b>52</b>
---	-----------

## Sammendrag

**Problemstilling:** Hvilke faktorer bidrar til økt stråledose ved røntgen thorax av premature og neonatale pasienter innlagt på intensivavdeling, og hvordan kan disse optimaliseres for å opprettholde prinsippet om ALARA?

**Hensikt:** Hensikten med oppgaven er å belyse hvilke faktorer som har en innvirkning på bidrag til stråledose hos premature og neonatale pasienter ved røntgen thorax, og tiltak som kan gjennomføres for å optimalisere stråledosen til denne pasientgruppen.

**Metode:** Det er benyttet litteraturstudie som metode for å besvare problemstillingen. Syv studier danner grunnlaget for en analysering av hvilke faktorer som bidrar til økt stråledose ved røntgen thorax og hvilke tiltak som kan optimaliseres for å redusere stråledosen. Faktorene i denne oppgaven er: kV, mAs, kollimering, filtrering, antall røntgenbilder, detektorplassering og mangel på standardiserte protokoller.

**Resultat:** kV, mAs og kollimeringsfelt utgjorde de største faktorene som bidro til økt stråledose hos premature og neonatale pasienter. Filtrering, antall røntgenbilder og detektorplassering innvirket også på stråledosen, men ikke i like stor grad. For å optimalisere undersøkelsene og redusere dose fremkommer det at utarbeiding av standardiserte protokoller for lavere og flere vektclasser er nødvendig. Ultralyd kan være et nyttig hjelpemiddel for å skjerme pasientgruppen mot stråleeksponering i tillegg til god opplæring av personell.

**Konklusjon:** kV- og mAs-verdier burde optimaliseres for flere vektclasser. De fleste pasientene var overeksponert grunnet store kollimeringsfelt som strakk seg utenfor interesseområde. En reduksjon i strålefeld, vil bidra til å redusere og optimalisere stråledosen. Det burde tilstrebes å benytte filter, redusere antall røntgenbilder og plassere pasienten direkte på detektor der det er mulig. Mangel på standardiserte protokoller er en viktig faktor som bidrar til økt stråledose, og burde forskes nærmere på for å optimalisere stråledosen i henhold til ALARA-prinsippet.

**Nøkkelord:** prematur, neonatal, røntgen thorax, kollimering, stråledose, optimalisering

**Antall ord:** 9990

## Abstract

**Thesis:** Which factors contribute to an increase in radiation dose in chest x-rays to premature and neonatal NICU-patients, and how can these be optimized to maintain the principle of ALARA?

**Purpose:** The purpose of this literature review is to determine which factors contribute to an increase in radiation dose in chest x-rays to premature and neonatal NICU-patients, and how these can be optimized among this patient group.

**Method:** A literature review has been used to answer the thesis question. Seven studies were used to investigate which factors contributed to an increase in the radiation dose in chest x-rays and how these can be optimized. The factors in this review are defined as: kV, mAs, collimation, filtration, number of x-rays, detector placement and a lack of standardized protocols.

**Results:** kV, mAs and the size of the collimation-field are the main factors that contributed to an increased radiation dose in premature and neonatal patients. Filtration, number of x-rays and detector placement also contributed to the dose, but not to the same extent. To optimize the examinations and reduce the radiation dose, standardized protocols with lower and additional weight-groups are highly necessary. Ultrasound can be a useful modality to shield the patient group to radiation in total, and appropriate training of personnel is important.

**Conclusion:** kV and mAs values should be optimized for additional weight groups. Most patients were overexposed due to collimation fields exceeding areas of interest. A reduction in field size will contribute to reduce and optimize the radiation dose. Efforts should be made to use filters, reduce the number of x-rays per patient and place the patient directly on the image receptor, when possible. Lack of standardized protocols are an important factor that contributes to an increased radiation dose, and should be researched further in order to be optimized in accordance to the principle of ALARA.

**Keywords:** premature, neonatal, chest x-ray, collimation, radiation dose, optimization

**Number of words:** 9990

## Ordliste

**NDRL (NRV):** - Nasjonale diagnostiske referanseverdier (Widmark, 2018).

**RDRL:** – regionale diagnostiske referanseverdier (Widmark, 2018).

**DRL – diagnostiske referanseverdier:** Brukes for å skille optimal og ikke-optimal praksis (Widmark, 2018).

**DR – Digital radiografi:** kassettløse detektorer som absorberer røntgenstråler i et scintillasjonslag eller et fotokonduktivt lag (Carlton, Adler, og Balac, 2018, s. 275).

**CR – Computed Radiografi:** kassetter der filmen erstattes av en fosforplate hvor bildene lagres, leses av i en bildeplateleser, prosesseres, og danner et bilde (Carlton, Adler og Balac, 2018, s. 275).

**VLBW:** – Very Low Birth Weight (Crealey *et al.* 2018).

**ELBW:** – Extremely Low Birth Weight (Crealey *et al.* 2018).

**FID:** – Fokus detektor avstand: Avstand fra røntgenrør til bildedetektor (Bushong, 2021, s. 572).

**CNR – Kontrast-Støy-Ratio:** et mål på kontrast mellom målorgan og omkringliggende vev, påvirker bildekvalitet (Carlton, Adler og Balac, 2018, s. 372).

**ESD – Entrance skin dose:** høyeste målte dose, ved hudoverflaten (Carlton, Adler og Balac, 2018, s. 182).

**NRPB** – National Radiation Protection Board.

**EC** – European Commission.

**PICU** – Paediatric Intensive Care Unit.



**NICU** – Neonatal Intensive Care Unit.

**FOV - Field of View:** Dimensjonen på bildematriksen, defineres av detektorstørrelse (Carlton, Adler og Balac, 2018, s. 277).

**DAP - Dose Areal Produkt:** Reflekterer dose til pasient og vev som er bestrålt (Bushong, 2021, s. 514).

**Gestasjonsalder:** Tiden fra første dag i siste normale menstruasjonssyklus målt i uker (Helsebiblioteket, u.åA).

**ESAK – Entrance Surface Air Kerma:** beskriver den kinetiske energien avsatt per masseenheter i luft (Carlton, Adler og Balac, 2018, s.129).

**Stokastiske effekter:** Sannsynligheten eller frekvensen av en biologisk respons til stråling, insidens av sykdom øker proporsjonalt med dosen, og det er ingen terskelverdi (Bushong, 2021, s. 573)

**Deterministiske effekter:** Biologisk respons der alvorlighetsgraden varierer med stråledose, det foreligger vanligvis terskelverdier (Bushong, 2021, s. 560)

**Kumulativ dose:** Gjentakende eller repeterende eksponering ved lav-dose undersøkelser som over tid kan medføre en høyere totaldose (Vaiserman, 2018)

## 1.0 Innledning

Premature og neonatale pasienter kan henvises til røntgen thorax under sykehusopphold ettersom organer ofte ikke er ferdig utviklet, og karlegging av barnets helsestatus er nødvendig (Kim *et al.*, 2017). Barn har lang forventet levetid, og det er viktig at denne pasientgruppen ikke påføres overdrevent høyere stråledoser fordi ioniserende stråling kan bidra til skadende effekter senere i livet (Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, 2018, s.6).

Konvensjonell røntgen er ioniserende stråling i form av røntgenstråler, og kan være helsefarlig med hensyn til utvikling av senskader, hovedsakelig kreft, ifølge Veileder om medisinsk bruk av røntgen- og MR-apparatur. Veileder til forskrift om strålevern og bruk av stråling utgitt av Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (2018, s. 6), heretter forkortet Veileder 5. Selv om stråledosen en pasient påføres ved konvensjonell røntgen er forholdsvis lav, og sannsynligheten for stråleskader er lave, er det likevel viktig å opprettholde prinsippet om As Low As Reasonably Achievable (ALARA). Direktoratet for Strålevern og Atomsikkerhet (2018, s 6) bruker Linear No Threshold-modellen (LNT-modellen) som omhandler at stråling ned til minste dose kan medføre uønsket biologisk effekt og at risikoen for disse uønskede effektene øker proporsjonalt med dose. Dette medfører at optimalisering og berettigelse ved konvensjonelle røntgenundersøkelser er viktig.

### 1.1 Bakgrunn for valgt tema

Bakgrunnen for valgt tema oppstod gjennom en diskusjon om barneprotokoller under en praksisperiode. Problematikken rundt stråleeksponering av barn, ulike protokoller på sykehus, eller mangel på standardiserte protokoller gjorde at forfatterne av oppgaven ville se nærmere på dette. Røntgen thorax benyttes hyppig som et hjelpemiddel for å kartlegge blant annet respiratoriske problemer hos nyfødte (Kim *et al.* 2017). Etter innledende søk fremkom det ulik tilnærming til hvordan røntgen thorax ble gjennomført ved ulike sykehus, noe som hadde en innvirkning på hvor høy stråledose de ulike pasientene fikk. Dette økte interessen rundt temaet, spesifikt faktorer som bidrar til økt stråledose og optimaliseringen.

## 1.2 Hensikt med oppgaven

Hensikten med denne oppgaven er å belyse hvilke faktorer som innvirker på stråledosen hos premature og neonatale pasienter, og hvilke tiltak som kan gjennomføres for å optimalisere stråledosen til denne pasientgruppen. For å få en klarhet rundt dette emnet vil tidligere forskning og studier sammenlignes.

## 1.3 Radiograffaglig relevans

Det er radiografens ansvar å ta bilder og sørge for at ALARA-prinsippet overholdes, i tillegg til et ansvar om å påse at stråleeksponeringen av pasienter holdes så lav som mulig. Hva som bidrar til at premature og neonatale pasienter får økt stråledose, og hvordan radiografer kan bidra til å redusere dosen burde derfor interessere alle radiografer som jobber på røntgenavdeling. Dette vil føre til mer bevissthet om stråleeksponering av denne pasientgruppen, som kan føre til lavere stråledose og minske risikoen for senskader skapt av ioniserende stråling. Derfor er problemstillingen radiograffagelig.

## 1.4 Problemstilling

Problemstillingen i denne oppgaven er: *Hvilke faktorer bidrar til økt stråledose ved røntgen thorax av premature og neonatale pasienter innlagt på intensivavdeling, og hvordan kan disse optimaliseres for å opprettholde prinsippet om ALARA?*

Faktorer defineres som: kV, mAs, kollimering, filtrering, antall røntgenbilder, plassering av detektor og mangel på standardiserte protokoller.

## 1.5 Avgrensning

Opgaven er avgrenset til å ta for seg premature og neonatale pasienter som omhandler barn født for tidlig, og deres første fire leveuker. Et barn regnes som et barn frem til fylte 18 år (Barnekonvensjonen, 2016 s. 13), premature og neonatale ble derfor valgt for å kunne spesifisere pasientgruppen, og for å unngå feilkilder i forskjeller i alder og vekt. Det ble også valgt å avgrense undersøkelser til røntgen thorax, ettersom dette er en kroppsdel som hyppig stråleeksponeres. Avgrensningen bidro til at omfanget av undersøkelser, aldersgrupper og feilkilder i forhold til ulike stråleeksponeringsverdier til ulike målorganer ikke ble for stort.

Grunnet oppgavens omfang og størrelse, ble det satt en begrensning på faktorer som skulle inkluderes. Faktorene ble bestemt med bakgrunn i hva tidligere studier presenterte som mest relevant sett opp mot økt stråleeksponering, og hvilke tiltak som kunne iverksettes for å redusere dosen. Det ble valgt studier som tok for seg flere av de samme faktorene som utdypes gjennom følgende punkter:

1. Bruk av eksponeringsparameterne kV og mAs.
2. Kollimeringsfelt, i tillegg til beskjæring av bildet i etterkant.
3. Bruk av filtrering, herunder hvilken type og tykkelse.
4. Hvor mange røntgenbilder som ble tatt av hver pasient
5. Om detektorplassering påvirket stråledosen i tillegg til bildekvalitet.
6. Hvordan ulike protokoller eller mangel på protokoller førte til ulik utførelse av undersøkelser

## 1.6 Oppgavens oppbygning

I teorikapittelet vil teori som er relevant og viktig for å kunne belyse sentrale elementer i oppgaven presenteres. I metodekapittelet vil valg av litteraturstudie som metode og begrunnelse for valget presenteres, i tillegg til en beskrivelse av hvordan materialet er innhentet og analysert, søkestrategien brukt i denne oppgaven presenteres også her. Resultatkapittelet tar for seg funnene som er gjort gjennom analyseringen av utvalgte studier. I diskusjonskapittelet vil funn bli diskutert sett opp mot aktuell problemstilling og teori, og metodekritikken tar for seg kritikk til egen oppgave. Til slutt vil det presenteres en konklusjon i tillegg til oppfordring til videre forskning.

## 2.0 Teori

Teori innenfor sykdom hos premature og neonatale pasienter, faglige prinsipper, lovverk omhandlende yrkesutøvelse av radiograffaget, i tillegg til ansvar rundt bruk av ioniserende stråling vil bli presentert i dette kapitlet.

### 2.1 - Prematur fødsel og komplikasjoner

Premature innenfor medisin defineres som for tidligfødte barn, altså et umodent barn (Saugstad, 2009, s. 13), og neonatale defineres som nyfødte de første fire ukene etter fødsel (Lie, 2018). Under fosterdanning og i tidlig barndom har barn en høyere proliferasjonsrate og differensiering i organer og vev, som medfører en høyere sensitivitet til ioniserende stråling. Prolifererende celler utgjør en større risiko for utvikling av kreft ettersom ioniserende stråling kan medføre mutasjoner på cellene. Stråledosen bør av denne grunn minimeres, fordi overeksponering av premature eller neonatale kan føre til en høyere effektiv dose hvis flere organer enn målorganet eksponeres (Kim *et al.*, 2017).

Prematur fødsel kan føre til alvorlige sykdommer som oppstår som følge av ufullstendig organutvikling for eksempel lungesviktsyndrom (RDS). Røntgen thorax gjennomføres for å monitorere barnets helsestatus og redusere dødelighet etter plassering av kateter eller sonder. I tilknytning til strålevern er reduksjon i stråledose til premature og neonatale pasienter særdeles viktig (Kim *et al.*, 2017). Gjentakende eller repeterende eksponering ved lav-dose undersøkelser, som for eksempel røntgen thorax kan over tid medføre en høyere totaldose, altså en kumulativ dose (Vaiserman *et al.*, 2018).

### 2.2 ALARA – As Low As Reasonably Achievable

ALARA-prinsippet skal stå sterkt i radiologi, og bygger på berettigelse og optimalisering. Strålevernforskriften (2016) krever under kapittel 2 § 5, berettigelse ved strålebruk. I tillegg til dette skal all ioniserende stråling være optimalisert, stråleeksponeringen skal holdes så lav som mulig sett i sammenheng med teknologisk kunnskap. Videre krever Strålevernforskriften (2016) Kapittel 6 § 39 en individuell vurdering av berettigelse med utgangspunkt i pasientens helsetilstand og formålet med strålebruken. Strålevernforskriften § 40 krever kontinuerlig optimalisering av strålebruk blant annet ved metodevalg, teknikk, bildekvalitet og stråledose.

I tillegg skal virksomhetene ha prosedyrer for gjennomføring av undersøkelser (Strålevernforskriften, 2016).

“Medisinsk strålebruk skal utføres i samsvar med medisinsk anerkjente og forsvarlige undersøkelses- og behandlingsmetoder, herunder ivaretagelse av strålevern” jf.

Strålevernloven (2000) kapittel 3 § 13. Videre sier strålevernloven at den faglig ansvarlige skal vurdere berettigelsen for strålingen med hensyn til nytteverdi og potensiell skadelig virkning. Alternative teknikker tilstrebes brukt dersom ønskelig resultat kan oppnås uten å benytte stråling, hvis dette ikke medfører betydelige ulemper. Dersom stråling skal benyttes, og det ikke finnes tilfredsstillende alternativer, skal dosen holdes så lav som mulig, men likevel høy nok til å unngå omtak (Strålevernloven, 2000).

Veileder 5 skriver om ulike pasientgrupper og deres retningslinjer, inkludert barn, og at barneprotokoller skal foreligge på radiologisk avdeling. Videre sier Veileder 5 at barnets størrelse skal innvirke på valg av eksponeringsparametere for å oppnå en individuell tilpasning til hver enkelt pasient. Optimalisering av protokoller bør skje individuelt på bakgrunn av blant annet problemstilling og alder (Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, 2018, s. 54). Et tiltak for å opprettholde ALARA-prinsippet er bruk av aluminiumsfiltrasjon. Dette er et radiografteknisk valg som kan gjennomføres uavhengig av teknologi, og har en innvirkning på bildekvaliteten. Filtrering bidrar til å fjerne lavenergetisk stråling utelukkende bidrar til økt stråledose til pasienten, og ikke til økt bildekvalitet. De lavenergetiske strålene ville uten filtrasjon bli absorbert i pasienten, og dermed økt stråledosen. Aluminium er det mest vanlige filtreringsmaterialet, og ved bruk av filter må også andre tekniske faktorer økes for å kompensere for reduksjonen i eksponeringen tilknyttet filtreringen (Carlton, Adler og Balac, 2018, s. 145).

### 2.3 Yrkesetiske retningslinjer og forskrift om nasjonal retningslinje for radiografutdanning

Radiografer har et overordnet ansvar for å ivareta pasientsikkerhet i behandlingssituasjonen, Norsk Radiografforbund har derfor utviklet yrkesetiske retningslinjer radiografer skal følge i sitt daglige arbeid. Disse retningslinjene omfatter radiografens rolle i pasientbehandling og profesjonen, og setter standarden for hvordan radiografene skal utføre sitt yrke. Hensikten er å bidra til likeverdig behandling av pasientgruppene. Pasienter skal ikke utsettes for unødvendig

risiko, og har krav på tilpassede undersøkelser ut fra den kliniske situasjonen (Norsk Radiografforbund, 2009).

Nasjonale retningslinjer er utviklet for radiografutdanningen, og denne forskriften beskriver hva autoriserte radiografer skal ha kunnskap om og kunne gjennomføre som yrkesutøvere. Forskriften nevner også de yrkesetiske retningslinjene, og stiller krav til strålevernsprinsipper radiografene skal forholde seg til (Forskrift om nasjonal retningslinje for radiografutdanning, 2019). Yrkesetiske og nasjonale retningslinjer skal sørge for at pasienter og radiografer ikke utsettes for unødvendig risiko knyttet til strålevern i og utenfor behandlingssituasjon, og sørge for en likeverdig behandling av alle pasientgrupper.

## 2.4 Nasjonale diagnostiske referanseverdier

Statens Strålevern publiserte i 2018 en strålevernrapport for 2017 som presenterer reviderte nasjonale referanseverdier (NRV/NDRL) ved medisinsk strålebruk. NDRL brukes for å skille optimal og ikke-optimal praksis i foretakene. Referanseverdier for ulike bildediagnostiske undersøkelser blir beskrevet, og verdiene brukes for å vurdere lokal mot nasjonal praksis. Dersom innrapporterte doser er vesentlig lavere enn de nasjonale referanseverdiene, kan det oppstå spørsmål om den diagnostiske kvaliteten er adekvat, på lik linje som høye doser kan stille spørsmål om stråledosen overskrider generell stråleberettigelse. Rapporten inneholder ingen referanseverdier knyttet til barn som egen pasientgruppe, og oppfordrer videre forskning (Widmark, 2018).

Almén *et al.* publiserte i november 2021 en studie undersøker muligheten til å fastsette regionale diagnostiske referanseverdier (RDRL) for vanlige pediatriske radiologiske undersøkelser. Resultatene ble sammenlignet ved å bruke vekt- og aldersbaserte grupper med utgangspunkt i Europeiske retningslinjer. I tillegg sammenlignes potensielle RDRL med Europeiske diagnostiske referanseverdier (EDRL) og NDRL. Studien oppfordrer bruk av vektbaserte grupper med tilgang til individuell pasientvekt (Almén *et al.*, 2017) for utarbeidelse av protokoller.

Europeiske retningslinjer tilrår bruk av vektbaserte grupper som primærvalg, med unntak av hodeundersøkelser, ved utarbeidelse av referanseverdier. Videre anbefales det å supplere

med aldersbaserte grupper for en ytterligere sammenligning, dersom dette gjøres med varsomhet. Studien foreslår syv RDRL-er på bakgrunn av innhentet materiale fra fire land.



## 3.0 Metode

Dalland (2013, s.111) presenterer at metode er en tilnærming som sier noe om fremgangsmåten for å etterprøve eller tilegne seg kunnskap. Videre skriver Dalland (2013, s.120) at grunnleggende data som samles inn skal være relevant til problemstillingen, og at måten data samles inn på skal være pålitelig. I dette kapittelet presenteres valgt metode og fremgangsmåte, innsamling av data, og analysemetode.

### 3.1 Litteraturstudie

I denne oppgaven blir problemstillingen besvart gjennom en litteraturstudie ved bruk av kunnskap fra skriftlige kilder. Ved å bruke litteraturstudie som metode var det mulig å samle inn sekundærdata som av Thidemann (2019, s. 75) defineres som data innhentet av andre, gjennom databaser og tidsskrifter. Det ble gjennomført søk etter vitenskapelige studier i relevante medisinske databaser.

#### 3.1.1 Kvalitative og kvantitative artikler

Informasjonen er innhentet fra både kvalitative og kvantitative studier, dette beskriver Thidemann (2019, s. 75) som en komplementær metodetilnærming. Kvantitative metoder har som fordel at data presenteres i form av målbare enheter, mens kvalitativ metode fanger opp meninger og opplevelser som ikke kan tallfestes (Dalland, 2013, s. 112). Ved å inkludere studier som hadde benyttet seg av kvantitativ metode kunne tall på eksempelvis eksponeringsparametre innhentes, og ved å inkludere kvalitative studier kunne observasjoner som hadde innvirkning på resultater innhentes. Ved å inkludere både kvalitative og kvantitative studier bidro dette til å gi en kvalitetssikring av resultatenes gyldighet, i tillegg til en mer perspektivrik, nyansert og helhetlig forståelse (Thidemann, 2019, s.77).

#### 3.1.2 Begrunnelse for valg av metode

Ved bruk av litteraturstudie som metode kunne informasjon som var relevant for oppgavens problemstilling innhentes. Ettersom en litteraturstudie baserer seg på å gjennomføre søk i databaser etter vitenskapelige studier i tillegg til å være kildekritisk (Støren, 2010, s.35), ble det besluttet at denne metoden egnest seg til å besvare problemstillingen. Litteraturstudier presenterer ikke ny kunnskap, men systematiserer materiale som eksisterer gjennom en

datainnsamling. Det kan bidra til å skape en oversikt over eksisterende kunnskap rundt temaet (Støren, 2010, s. 18) som er grunnlaget for metodevalget i denne oppgaven. Oppgaven strekker seg over en kortere tidsperiode, og utelukket observasjon, intervju og spørreskjema som metode ettersom dette ikke ville besvare oppgavens problemstilling i like stor grad som en litteraturstudie.

### 3.1.3 Fremgangsmåte

Det ble først valgt tema, og deretter gjennomført et eksplorativt søk i Google Scholar for å få en oversikt over omfanget av forskning og litteratur knyttet til økt stråledose ved premature eller neonatale pasienter på intensivavdelinger. Dette ga en innsikt i om temaet var forsket på tidligere, omfanget av tidligere studier som dannet grunnlaget for innhenting av informasjon, og mulige søkeord som kunne benyttes i det avanserte søket.

## 3.2 PICO-skjema

For å konkretisere informasjonsbehovet for denne oppgaven, ble PICO-skjema utarbeidet og benyttet som et rammeverk for utarbeiding av problemstilling. Når problemstillingen var definert, ble den delt inn i fire deler for å definere søkeord knyttet opp imot hver del.

Helsebiblioteket (2016B) beskriver PICO som et hjelpemiddel som strukturerer og klargjør det aktuelle spørsmålet for litteratursøk. I denne oppgaven ble kun tre punkter benyttet ettersom det ikke fremkom relevans til alternativer (C). Søkeordene ble strukturert etter hvilken pasientgruppe oppgaven omhandlet (P), hva som skulle undersøkes (I) og utfall (O). Elementene i PICO-skjemaet tydeliggjorde hovedbegreper som bidro til definerte søkeord som muliggjorde utarbeidingen av en søkestrategi til det avansert søket som skulle gjennomføres i medisinske databaser.

<b>P – Population/Patient/Problem (Pasientgruppe)</b>	Premature og neonatale pasienter	Søkeord: Premature, Neonatal, Intensive care unit, NICU, Infants, Risk patients
<b>I – Intervention (Hva vil vi undersøke?)</b>	Overeksponering og eventuelle tiltak	<b>Søkeord:</b> Overexposure, Thoracic, Thorax, Radiography, Dose, Optimization, Digital Imaging, Chest x-ray, Cropping, Exposure parameters,
<b>C – Comparison (Alternativer)</b>		
<b>O – Outcome (Resultater)</b>	Hvordan optimalisere røntgen thorax sett opp imot ALARA	<b>Søkeord:</b> Optimization, ALARA, Radiation protection

*Tabell 1: PICO-skjema som viser søkeord som ble tatt med videre fra det eksplorative søket gjennomført i Google Scholar*

Databasene som ble benyttet for å danne et utvalg av artikler var Ovid Medline og PubMed, ettersom treffene i disse databasene ga flere aktuelle treff på artikler tilknyttet tema.

Forberedelsene som ble gjort gjennom det eksplorative litteratursøket og PICO-skjemaet, bidro til funn av vitenskapelige artikler med høy relevans og god faglig kvalitet som kunne benyttes for å uthente informasjon om temaet. Søkeord eller nøkkelord ble notert underveis i de innledende søkene, som bidro til at det avanserte søket kunne avgrenses.

### 3.3 Inklusjons og eksklusjonskriterier

Inklusjon- og eksklusjonskriterier ble satt tidlig i prosessen. Inklusjons- og eksklusjonskriterier bidro til å begrense mengden litteratur og tydeliggjøre søket slik at studier som ikke var relevante kunne utelukkes. Inklusjonskriterier og eksklusjonskriterier for denne studien var:

Inklusjonskriterier	Ekksklusjonskriterier
Fagfellevurderte studier	Studier som ikke er fagfellevurderte
Utgitt i løpet av de siste 5 år	Studier eldre enn 5 år
Engelskspråklige studier	Fremmedspråklige studier
Kvalitative eller kvantitative studier	Andre metoder enn kvalitativ og kvantitativ
Relevans	Irrelevant
Studier publisert med fulltekst tilgjengelig	Studier med kun sammendrag eller kun deler av studiet var tilgjengelig
	Duplikat

*Tabell 2: Viser inklusjon- og eksklusjonskriterier som dannet grunnlag for utvalg av studier til oppgaven*

Ved å begrense søkene fem år tilbake i tid, fra 2017 til 2022, ble fokuset på nyere forskning fremhevet, som er en viktig faktor i forhold til at informasjonen i studiet skal være relevant per dags dato. Engelskspråklige studier ble inkludert for å sikre internasjonale studier, dette bidro til at oppgaven fikk et større spenn for innsamling av data. I tillegg ga dette en bedre forståelse av hvordan ulike land gjennomførte røntgen thorax undersøkelser. Studier som ikke var skrevet på norsk eller engelsk ble ekskludert, for å unngå misforståelser som kunne oppstå ved oversettelse.

Studier som var publisert med kun sammendrag eller deler av teksten ble også ekskludert, ettersom forfatterne av oppgaven var avhengige av å ha hele studiet tilgjengelig for å kunne vurdere hvordan data var innhentet og diskutert for å kunne tolke resultatkapittelet. Av den grunn ble kun studier som hadde fulltekst tilgjengelig inkludert.

### 3.4 Avansert søk og utvalg

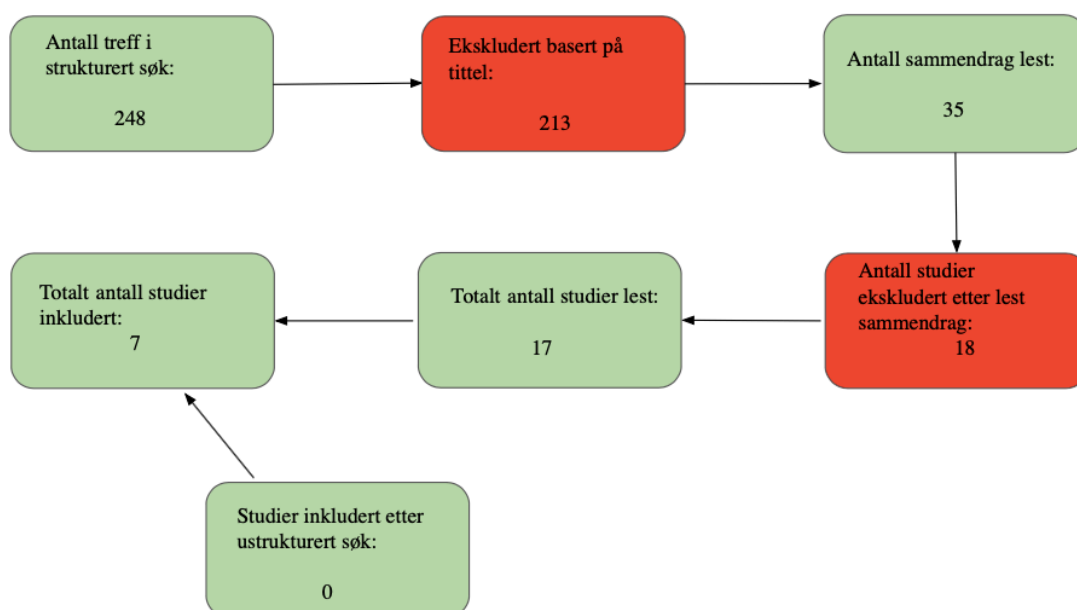
Avanserte søk ble gjennomført i tidsperioden desember 2021 til mars 2022. Medical Headline Subject (MESH) er et standardisert emneordsystem som brukes i databasene (Thidemann, 2019) og benyttes i søkene gjennomført i denne oppgaven, for å sikre at studiene inneholdt ønsket informasjon. Søkeord herunder blant annet; premature, neonate, chest x-ray, radiation

dose og exposure ble koblet sammen med enten AND eller OR for å optimalisere og tilspisse søkene, i tillegg til synonymer for å ikke miste potensielt viktig informasjon. Søkene ble plassert i tabeller for å gi en oversikt over når søkene var gjennomført, hvilke søkeord som var benyttet, hvilken database søkene var gjennomført i og antall treff (se Vedlegg 1). Dette synliggjorde om studiene var duplisert.

For å danne et utvalg av studier som potensielt kunne være relevante i forhold til valgt tema ble det først tatt utgangspunkt i titler. Deretter ble sammendrag lest, for å vurdere hvilke studier som kunne inkluderes og ekskluderes basert på definerte kriterier. Videre ble inkluderte studier grundig og kritisk gjennomlest for å se etter gjentakende faktorer, som la grunnlaget for sammenligninger senere i oppgaven. Studiene ble kontinuerlig sett opp imot inklusjons- og eksklusjonskriteriene for å sikre at disse var innfridd.

### 3.5 Flytskjema

Det ble benyttet et flytskjema for å vise hvordan søkeprosessen ble gjennomført, basert på inklusjon og eksklusjonskriteriene.



Tabell 3: Flytskjema viser prosessen for inklusjon og eksklusjon av studier som ble benyttet i oppgaven

Flytskjemaet inkluderer søkene gjennomført i både Ovid Medline og PubMed. Det ble lest totalt 35 sammendrag, der 18 av studiene ble kastet på bakgrunn av irrelevans. Deretter ble det lest totalt 17 studier, hvor syv studier ble inkludert i denne oppgaven basert på inklusjons- og eksklusjonskriteriene. Utvalget av studier bestod av fire studier fra PubMed og tre studier fra Ovid Medline som skriver om faktorer som påvirker stråleeksponering av premature og neonatale pasienter ved røntgen thorax, og hvilke tiltak som kan iverksettes for å optimalisere stråledose.

### 3.6 Kritisk vurdering av studiene

For å gjennomføre en kritisk vurdering av forskningslitteraturen, ble det benyttet en sjekkliste på fem punkter utarbeidet av Helsebiblioteket (2016C). Denne sjekklisten tok for seg om studiene hadde en klar problemstilling og om metoden var egnet for å kunne besvare problemstillingen, dersom svaret på disse to punktene var nei, burde studiene på dette stadiet ekskluderes som var tilfellet for tre av studiene i denne oppgaven. Deretter ble det kontrollert om resultatene var til å stole på, hva de presenterte, og muligheten til å anvende de i oppgaven. 10 studier ble på dette tidspunktet ekskludert ettersom de ikke var relevante til å kunne belyse oppgavens problemstilling, eller ikke innfridde inklusjonskravene.

Ved å bruke kjente medisinske databaser anbefalt av NTNU ble studienes kvalitet sikret. Studiene inkludert i oppgaven er hentet fra PubMed og Ovid Medline som er anerkjente databaser, der publiserte studier ofte har gjennomgått fagfelleevaluering. Utdanningsforskning (2016) beskriver fagfellevurderte artikler som en akademisk bedømmelse gjennomført av fageksperter. Det ble derfor bestemt å inkludere fagfellevurderte studier som en kvalitetssikring av utvalget.

### 3.7 Analysering

Dalland (2013, s. 144) beskriver analysering som et granskningsarbeid for å undersøke hva materialet presenterer. Etter utvelgelsen av studiene måtte det Dalland (2013, s. 144) omtaler som rådata systemiseres. Dette vil si at innsamlede opplysninger måtte sorteres og settes sammen slik at de belyser problemstillingen, og bidrar til å fremheve likheter og ulikheter. I tillegg ble dataene vurdert kritisk slik at relevansen for problemstillingen ble presentert, i tillegg til mulige feilkilder (Dalland, 2013, s.144).

Studier som inneholdt ønsket informasjon ble systematisert og analysert ved hjelp av Aveyards tematiske analysemodell (Thidemann, 2019, s. 96). Det første trinnet i denne modellen var å analysere innholdet studiene presenterte for å skape en helhetlig oversikt, og sammenligne studienes relevans til hverandre. For å forenkle sammenligningen mellom studiene ble uthentet data plassert i litteraturmatriser, som presenteres i resultatkapittelet.

Deretter ble studienes resultater identifisert gjennom trinn to. For å bestemme hvilke temaer det var mulig å diskutere, presenterer Thidemann (2019, s. 96) at Aveyards analysemodell anbefaler å ta utgangspunkt i resultatkapittelet for innhenting av data. For å presentere resultatene på en oversiktlig ble likheter plassert i en fargekodet tabell (Vedlegg 2). Tabellen fremstiller gjentakende faktorer, og ga et utgangspunkt til sammenfatningen som presenteres i resultatkapittelet.

Deretter ble det siste trinnet i analysen som gikk ut på å kartlegge likheter og ulikheter i studiene og hvordan disse skulle settes opp imot hverandre gjennomført (Thidemann, 2019, s. 98). Tabellen som ble utarbeidet for å fremstille gjentakende faktorer bidro til en enkel sammenligning. Dersom de forskjellige studiene presenterte ulike eller like resultater ble det tatt utgangspunkt i studienes argumentasjon og om dette kunne relateres til utførelsesmetode.

Det ble tatt et valg om å omregne  $\mu\text{Sv}$  til  $\mu\text{Gy}$  ettersom de fleste studiene benyttet denne benevnelsen. Det ble også valgt å oppgi all vekt i gram, der omregninger ble utført i studiene som benyttet seg av kilo. Lik benevnelse på enhetene på tvers av studier forenkler fremstillingen av resultater og sammenligninger senere i prosessen.

### 3.8 Etiske utfordringer

Litteraturstudie er benyttet som metode i denne oppgaven, som medfører at det ikke foreligger etiske utfordringer fordi oppgaven bygger på eksisterende forskning som er publisert. Likevel ble det tatt en beslutning på å vurdere studienes metodekapitler for å sikre at studiene ble gjennomført på en etisk forsvarlig måte. Alle studiene har godkjenninger fra respektive komiteer, og studiene som har gjennomført datainnsamling med personopplysninger har anonymisert disse, og fått nødvendige tillatelser for gjennomføringen.

## 4.0 Resultater

Temaer og hovedfunn fra de utvalgte studiene ble plassert i litteratormatriser presentert i kapittel 4.1, for å fremheve hva de ulike studiene presenterte og for å gi leseren en bedre oversikt. Disse matrisene ble deretter benyttet for å sammenfatte resultatene som presenteres i kapittel 4.2.

### 4.1 Presentasjon av resultater



<b>Studie 1:</b>	<i>Mobile chest imaging of neonates in incubators: Optimising DR and CR acquisitions</i>
<b>Forfattere:</b>	Tugwell-Allsup, Kenworthy og England (2020)
<b>Tidsskrift:</b>	Radiography
<b>Land:</b>	England
<b>Hensikt:</b>	Hensikten var å utforske forskjeller i stråledose og bildekvalitet for undersøkelser av neonatale i kuvøser ved bruk av CR og DR.
<b>Metode:</b>	Studiet er gjennomført ved hjelp av et fantom med en vekt på 1000-2000g. Fantomet ble posisjonert til røntgen thorax-undersøkelse i ryggleie. Fire parametere ble benyttet med to ulike detektorposisjoner. Det varierte mellom tre mAs verdier (0.5, 1.0 og 1.5) og tre kV innstillinger (55, 60 og 65). Eksponeringsparameterene ble benyttet på bakgrunn av hva som var mest brukt i praksis og litteratur. Dette inkluderte lite fokus og 3.2mm aluminiumsfiltrasjon. Dette resulterte i 36 ulike bilder.
<b>Resultater:</b>	Av 36 bilder inkludert i studien var CNR høyest ved bruk av DR, når detektor var plassert direkte under fantomet. Bildene med lavest CNR kom fra CR med detektor plassert i kuvøseskuffen. CNR økte med 50.3% med detektorplassering direkte under fantomet. CNR hadde også en økning på 43.5% ved bruk av DR sammenlignet med CR når detektor var plassert i kuvøseskuffen. Ved DR kunne lavere kV- og mAs-verdier benyttes, uten en påvirkning av bildekvalitet som medføre redusert stråledose.
<b>Konklusjon:</b>	DR er generelt et bedre alternativ enn CR for økt bildekvalitet og en reduksjon av dose.
<b>Relevans:</b>	Dette er relevant for denne oppgaven for å vurdere hvilke tiltak som kan iverksettes for å redusere dosen samtidig som ALARA overholdes.

<b>Studie 2:</b>	<i>STATUS OF RADIATION DOSE LEVELS IN PEADIATRIC CEST RADIOGRAPHY IN A TERTIARY HOSPITAL IN GHANA</i>
<b>Forfattere:</b>	Anim-Sampong <i>et al.</i> (2021)
<b>Tidsskrift:</b>	Radiation Protection Dosimetry
<b>Land:</b>	Ghana
<b>Hensikt:</b>	Se på stråledosen avgitt til pediatriske pasienter ved røntgen thorax-undersøkelser sett opp imot retningslinjer.
<b>Metode:</b>	Studiet ble gjennomført på en bildediagnostisk barneavdeling, og inkluderte totalt 86 pasienter henvist til røntgen thorax der 30 pasienter kategoriseres som neonatale. Studiet inkluderer høyde og vekt i tillegg til eksponeringsparameterne kV og mAs for hver undersøkelse. Eksponeringsfaktorene varierte fra 53-60.74 kV og 4.43-5.56 mAs. Neonatale ble kategorisert fra <1 år og hadde en gjennomsnittsvekt på 5020g (Utvalg: 1200g-10020g). Ved å bruke innsamlet anatomisk data og eksponeringsparametre ble ESD utregnet ved hjelp av en modell.
<b>Resultater:</b>	53 kV og 4.53 mAs ble brukt ved bildetaking, og resultatene visert at ESD-en avtok med økt alder, ergo høyere ESD hos neonatale enn ved eldre barn. Gjennomsnitts-ESD for neonatale var 196 $\mu$ Gy.
<b>Konklusjon:</b>	ESD var høyere enn hva som var anbefalt fra NRPB og EC i tillegg til litteratur.
<b>Relevans:</b>	Denne studien er relevant til denne oppgaven fordi den sammenligner ESD i praksis sett opp imot anbefalinger og litteratur.

<b>Studie 3:</b>	<i>Unintentional exposure and incidental findings during conventional chest radiography in the pediatric intensive care unit</i>
<b>Forfattere:</b>	Temsah <i>et al.</i> (2021)
<b>Tidsskrift:</b>	Medicine
<b>Land:</b>	Saudi Arabia
<b>Hensikt:</b>	Vurdere hvilke anatomiske regioner som blir overeksponert for stråling ved røntgen thorax ved PICU. I tillegg evalueres pasientfaktorer som er assosiert med overeksponering av stråling og tilfeldig oppdagede funn.
<b>Metode:</b>	85 pasienter dannet et tilfeldig utvalg, som utgjorde totalt 400 røntgen thorax-undersøkelser. Røntgenbildene ble vurdert for unødvendig tilleggseksponering, herunder til hode, nakke, øvre og nedre abdomen, og ekstremiteter. Overeksponering ble definert som en overskridelse på 2cm eller mer, utover anbefalte grenser. Det ble også gjort rede for klipping av bildet i etterkant.
<b>Resultater:</b>	Gjennomsnittlig antall thoraxbilder per pasient var 4.7, der 99.75% av pasientene var overeksponert og en pasient (0.25%) var underekspontert. Cirka 43.2% av bildene ble klippet i etterkant for å tilsynelatende innfri ønskede grenser, og 56.8% ble ikke klippet.
<b>Konklusjon:</b>	Majoriteten av thorax-bildene overskred grensene for internasjonale anbefalinger. Overeksponerte organer var hovedsakelig nakke (95.7%), øvre abdomen (99.2%) og overarm (97%). Yngre barn hadde en høyere insidens for overeksponering enn eldre barn.
<b>Relevans:</b>	Dette er relevant for denne oppgaven ettersom den tar for seg hyppigheten av overeksponering.

<b>Studie 4:</b>	<i>Utilization of conventional radiography in a regional neonatal intensive care unit in Ireland</i>
<b>Forfattere:</b>	Crealey <i>et al.</i> (2018)
<b>Tidsskrift:</b>	The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine
<b>Land:</b>	Irland
<b>Hensikt:</b>	Se på stråledosen fra konvensjonell røntgen thorax på neonatale pasienter på en intensivavdeling, og fremme modeller som kan minske den kumulative dosen.
<b>Metode:</b>	Studien er gjennomført over en periode på to år. Pasientene er delt inn i tre vektclasser, VLBL (<1000g), ELBW (1000g-1500g) og normalvektig (>2500g). Det ble estimert at eksponeringsparameterne var gjennomsnittlig 63 kV og 2 mAs for en normalvektig nyfødt, men de ble justert etter størrelsen på barnet.
<b>Resultater:</b>	Totalt ble 1627 neonatale innleggelser inkludert i studiet som gikk over en periode på to år, der 506 nyfødte var henvist til røntgen. 29 nyfødte ble kategorisert som ELBW og 54 ble kategorisert som VLBW. Median gestasjonsalder i kategorien ELBW var 26 uker med en medianvekt på 740g, og median gestasjonsalder i kategorien VLBW var 30 uker med en medianvekt på 1330g. I studiets periode ble det gjennomført totalt 1405 røntgenundersøkelser på 506 nyfødte. Medianen for røntgenbilder var 11 for ELBW pasienter, 4 for VLBW pasienter og 1 for normalvektige. Av 1405 røntgenbilder ble 390 gjennomført på pasientene i gruppen ELBW og 267 gjennomført på pasientene i gruppen VLBW. Ut av 1405 røntgenbilder utgjorde røntgen thorax 1078 (77%) røntgenbilder.
<b>Konklusjon:</b>	Gjennomsnittlig lungedose ved røntgen thorax ble beregnet til 33 $\mu$ Gy (normal), 29 $\mu$ Gy (VLBW) og 21 $\mu$ Gy (ELBW). Kumulativ dose ble beregnet til 33 $\mu$ Gy (normal), 100 $\mu$ Gy (VLBW) og 197 $\mu$ Gy (ELBW). Studiet presenterer at de fleste undersøkelsene hadde indikasjon på respiratorisk patologi og at ultralyd kan være et hjelpemiddel for å minske stråledose til pasientgruppen.
<b>Relevans:</b>	Studiet er relevant for denne oppgaven fordi den tar for seg dosen til nyfødte under røntgen thorax undersøkelser, og fremmer forslag til hvordan stråledose til denne pasientgruppen kan bespares

<b>Studie 5:</b>	<i>Radiation exposure by digital radiographic imaging in very low birth weight infants</i>
<b>Forfattere:</b>	Ebenebe <i>et al.</i> (2018)
<b>Tidsskrift:</b>	Journal of Perinatology
<b>Land:</b>	Tyskland
<b>Hensikt:</b>	Determinere kumulativ dose fra DR ved bildetaking av nyfødte med lav kroppsvekt som ble behandlet ved NICU.
<b>Metode:</b>	Informasjon om fødselsvekt og størrelse sett opp imot gestasjonsalder og uthentet gjennom digitale journaler. Røntgenbildene ble tatt med et transportabelt røntgenapparat i kombinasjon med CR-bildesystem. Eksponeringsverdier ble satt etter vekten på det nyfødte barnet. kV, mAs, feltstørrelse, DAP, og pasientens vekt ble registrert.
<b>Resultater:</b>	Antall bilder i gjennomsnitt per pasient var 4, med en variasjon fra 1 til 68 bilder. Flere enn 10 og 20 bilder var nødvendig i 21,8% av tilfellene. Kontroll av posisjonen til sentrale venekateter (31,2%), etterfulgt av respirasjonsproblemer (26,8%) og kontroll av posisjonen til trachealsonder (20,0%) var hovedindikasjonene til henvisningene. En lavere fødselsvekt var assosiert med flere røntgenbilder.
<b>Konklusjon:</b>	Under innleggelse fikk pasientene i gjennomsnitt en total kumulativ dose på 50.0µGy. For thorax-undersøkelser fikk pasientene en gjennomsnittsdose på 10.4µGy.
<b>Relevans:</b>	Studiet er relevant for denne oppgaven ettersom den tar for seg kumulativ dose til aktuell pasientgruppe

<b>Studie 6:</b>	<i>DOSE EVALUATION FOR DIGITAL X-RAY IMAGING OF PREMATURE NEONATES</i>
<b>Forfattere:</b>	Minkels <i>et al.</i> (2017)
<b>Tidsskrift:</b>	Radiation Protection Dosimetry
<b>Land:</b>	Tyskland
<b>Hensikt:</b>	Evaluere antall undersøkelser og stråledose ved NICU-avdelinger ved tre tyske sykehus, der det ble benyttet transportable røntgenapparat. Resultater gir en innsikt i avgitt dose og kan benyttes som grunnlag for DRL til premature og neonatale pasienter, i tillegg til stråledoser der røntgen thorax gjennomføres i kuvøser og detektorplassering.
<b>Metode:</b>	Alle røntgen thorax-undersøkelser gjennomført ved NICU over et tidsramme på to år ble analysert. Totalt ble 4461 røntgenbilder analysert, der kun AP-bilder ble tatt i betraktning til målinger av DAP og ED. For å vurdere den kumulative dosen for antall røntgenbilder per pasient ble sidebilder inkludert. kV og mAs ble uthentet. Sykehusene benyttet ulike protokoller for røntgen thorax-undersøkelser, der kV varierte fra 58-72 og mAs fra 0.32-1.0. Detektoren ble plassert enten i kuvøseskuff, eller direkte under pasient, dette varierte internt.
<b>Resultater:</b>	Gjennomsnittet av bilder per pasient var 4.0 ved sykehus A, 4.5 ved sykehus B og 4.1 ved sykehus C. Ved Sykehus A økte ED når vekten var over 3200g, som samsvarer med økt mAs i protokoller. I tillegg økte gjennomsnittlig ED ved bruk av et kuvøseskuff. Medianen for DAP varierer mellom 0.05 og 1.02 $\mu$ Gy/m <sup>2</sup> avhengig av undersøkelse og vekt, som resulterte i en ED på 4 +/- 4 og 40 +/- 10 $\mu$ Gy per undersøkelse.
<b>Konklusjon:</b>	Det var relativt få røntgenbilder per pasient, DAP og ED var også lavere sammenlignet med litteratur. Ulik detektorplassering resulterte i ulik gjennomsnittsdose, der direkte plassering under pasient gir lavest stråledose, men øker risiko for forstyrrelser og infeksjon. Standardisering av protokoller og spesifikke DRL kan gi større reduksjon i dose.
<b>Relevans:</b>	Dette er relevant til oppgaven fordi studien tar for seg protokoller, og dose neonatale pasienter får ved røntgen thorax-undersøkelser. I tillegg fremhever den hvordan ulike protokoller påvirker dosen ulikt.

<b>Studie 7:</b>	<i>Optimisation of radiation dose and image quality in mobile neonatal chest radiography</i>
<b>Forfattere:</b>	Hinojos-Armendáris, Mejía-Rosales og Franco-Cabrera (2017)
<b>Tidsskrift:</b>	Radiography
<b>Land:</b>	Mexico
<b>Hensikt:</b>	Undersøke om en økning i gjennomsnittlig kV gjennom ytterligere filtrasjon og en reduisering av mAs kan opprettholde god bildekvalitet og redusere stråledosen under røntgen thorax-undersøkelser av neonatale pasienter ved bruk av transportable apparater.
<b>Metode:</b>	To teknikker ble brukt for å anskaffe bilder tatt i AP under thorax-undersøkelser ved NICU, og ble brukt for å sammenligne bildekvalitet og stråledose. 73 bilder ble samlet inn ved bruk av standard teknikk (56 kV, 3.2 mAs og uten filter) og 90 bilder ble samlet inn ved hjelp av en ny teknikk (62 kV, 2 mAs og 2mm med aluminium filtrasjon). Inngangsdosen (ESAK) ble målt ved hjelp av et fantom og ble brukt i sammenligningen mellom teknikker, satt opp mot diagnostiske referanseverdier av DRL. Bildene ble vurdert etter syv bildekriterier av tre radiologer. 16 pasienter på NICU ble eksponert med enten standard eller ny teknikk med en vekt mellom 550g og 5500g.
<b>Resultater:</b>	Maksimal inngangsdose (ESAK) for den nye teknikken var 40.20 $\mu$ Gy og inngangsdosen ved standard teknikk var 92.01 $\mu$ Gy. Dette viste at det ikke var en signifikant forskjell på bildekvaliteten mellom de to teknikkene, men at det var mulig å redusere stråledosen ved å tilføre 2mm aluminiums filtrasjon og øke den gjennomsnittlige kV-en.
<b>Konklusjon:</b>	Det er mulig å redusere stråledosen med mer enn 40% uten at dette medfører en negativ innvirkning på bildekvalitet.
<b>Relevans:</b>	Denne studien er relevant til denne oppgaven ettersom studien ser på ulike teknikker som kan redusere stråledose, uten at det påvirker bildekvaliteten.

## 4.2 Sammenfatning av resultater

Etter gjennomlesning og uthenting av hovedfunn, ble det valgt ut seks hovedtemaer i studiene. Disse temaene vil i de neste avsnittene presenteres. De utvalgte temaene er: eksponeringsparametre, kollimering som inkluderer beskjæring av bilder i etterkant og

overeksponering, filtrering, strålerisiko hos neonatale og premature pasienter i tillegg til kumulativ dose, detektorplassering, herunder kuvøse og bildekvalitet og protokoller.

#### 4.2.1 Eksponeringsparametre

Tabellen under viser en sammenligning av studienes kV- og mAs-verdier. Studiet til Tugwell-Allsup, Kenworthy og England (2020), Crealey *et al.* (2018) og Hinojos-Armendáris, Mejía-Rosales og Franco-Cabrera (2017) bruker tilsvarende like kV-verdier ved eksponering av thorax på nyfødte. Anim-Sampong *et al.* (2021) benytter lavest kV-verdi og Minkels *et al.* (2017) har generelt høyere kV-verdi sammenlignet med de andre studiene.

Videre sees det en viss overlapp mellom mAs-eksponering, med noe variasjon. Både Tugwell-Allsup, Kenworthy og England (2020) og Minkels *et al.* (2017) har benyttet seg av lave mAs-verdier i form av 0.5-1.0 og 0.32-1.0. I tillegg har Tugwell-Allsup, Kenworthy og England (2020) benyttet seg av 1.5 mAs, i likhet med Crealey *et al.* (2018) ved bildetagning. Hinojos-Armendáris, Mejía-Rosales og Franco-Cabrera (2017) har benyttet seg av høyere mAs-verdier som rangeres fra 2.0-3.2, og Anim-Sampong *et al.* (2021) har eksponert med 4.43 mAs, som er den høyeste mAs-verdien benyttet sammenlignet med de andre studiene.

Både Anim-Sampong *et al.* (2021) og Temsah *et al.* (2021) presenterer i sine studier at dosen pasientene mottok var høyere enn internasjonale anbefalinger i tillegg til litteratur.



<b>Studie:</b>	<b>kV</b>	<b>mAs</b>
<b>1</b> Tugwell-Allsup, Kenworthy og England (2020)	55, 60, 65	0.5, 1.0, 1.5
<b>2</b> Anim-Sampong <i>et al.</i> (2021)	53.0	4.43
<b>3</b> Temsah <i>et al.</i> (2021)	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
<b>4</b> Crealey <i>et al.</i> (2018)	52 – 66	1.1 – 2.5
<b>5</b> Ebenebe <i>et al.</i> (2018)	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt
<b>6</b> Minkels <i>et al.</i> (2017)	58 – 72	0.32 – 1.0
<b>7</b> Hinojos-Armendáris, Mejía-Rosales og Franco-Cabrera (2017)	56 – 62	2.0 – 3.2

Tabell 4: Viser en sammenligning av hvilke kV- og mAs-verdier de ulike studiene benyttet seg av

#### 4.2.2 Kollimering og beskjæring av akkvirerte bilder

Temsah *et al.* (2021) tar for seg hvilke anatomiske regioner som overeksponeres ved røntgen thorax av barn på intensivavdeling. Studien presenterer at det forelå overeksponering som presentert i litteratormatrisen, og setter dette i sammenheng med langsiktige stråleeffekter. I likhet med Temsah *et al.* (2021) henviser Minkels *et al.* (2017) til tidligere forskning der sammenheng mellom stort kollimeringsfelt og høyere bidrag til stråledose synliggjøres, i tillegg til lite kollimeringsfelt og omtak der bildekriterier ikke er oppfylt. Crealey *et al.* (2018) kaller ukorrekt feltstørrelse for den vanligste utfordringen, og at ferdighetene radiografen innehar påvirker denne pasientgruppen.

Temsah *et al.* (2021) problematiserer muligheten til å beskjære akkvirert bilde. Dette gjennomføres ofte etter stråleeksponering av pasienten, og fjerner fremstilling av allerede bestrålt anatomi. Studien hadde ikke grunnlag for å bekrefte at overeksponeringen av den spesifikke gruppen hadde noen innvirkning på pasientene ettersom dette ikke var en del av

hensikten. Studien foreslår målrettet arbeid med radiografer for å øke kompetanse rundt problemstillingen, i tillegg til en revidering av bildekriteriene for røntgen thorax-bilder av barn. En annen faktor som presenteres er å sørge for tilstrekkelig innblending av strålefeltet for å unngå beskjæring av bilder i etterkant, fordi dette bidrar til å øke stråledosen (Temsah *et al.* 2021).

Minkels *et al.* (2017) sitt datamateriale var hentet fra tre sykehus med stor variasjon i anvendt undersøkelsesmetode. Et av punktene studien så på som en stor bidragsyter til totaldose, var inkonsekvent kollimeringen mellom sykehusene. De tre studiene så på standardisering av protokoller, og mer målrettet opplæring som mulige løsninger. Temsah *et al.* (2021) så i sin studie at den yngste pasientgruppen hadde høyere forekomst av overeksponering enn de eldre, som utgjør risiko for deterministiske effekter, som resultat stråling. Anim-Sampong *et al.* (2021) ser sammenheng mellom lav alder og høy dose, noe som samsvarer med Temsah *et al.* (2021) sin påstand. Begge hevder at det er en større strålerisiko for barn sammenlignet med voksne i tillegg til at tidlig eksponering for ioniserende stråling kan øke risikoen for langtidseffekter.

#### 4.2.3 Filtrering

Hinojos-Armendáris, Mejía-Rosales og Franco-Cabrera (2017) sammenlignet to ulike teknikker ved røntgen thorax av nyfødte presentert i kapittel 4.1. Det fremkom at den nye teknikken med 62 kV, 2 mAs, og 2 mm aluminiumsfiltrering ikke innvirket negativt på bildekvaliteten, og i tillegg kunne redusere stråledosen med mer enn 40%. Studien oppfordrer til videre forskning og deretter eventuell implementering av denne teknikken. Anim-Sampong *et al.* (2021), og Tugwell-Allsup, Kenworthy og England (2020) benyttet generelt høyere kV og mAs og ulik filtertykkelse sammenlignet med Hinojos-Armendáris, Mejía-Rosales og Franco-Cabrera (2017). Anim-Sampong *et al.* (2021) benytter en tynnere aluminiumsfiltrering på 1.5mm ved 70 kV, og Tugwell-Allsup, Kenworthy og England (2020) benytter seg av en tykkere aluminiumsfiltrering på 3.2 mm som standard ved de ulike kV- og mAs verdiene.

#### 4.2.4 Kumulativ dose

Ebenebe *et al.* (2018) og Crealey *et al.* (2018) tar for seg den kumulative dosen pasienten får. Crealey *et al.* (2018) presenterer en kumulativ dose på 33  $\mu$ Gy for normalvektige 100  $\mu$ Gy for VLBW og 197  $\mu$ Gy for ELBW pasienter. Ebenebe *et al.* (2018) presenterer at pasientene

inkludert i studiet hadde en kumulativ dose med median på 50.0  $\mu\text{Gy}$ , men en variasjon fra 29.7  $\mu\text{Gy}$ -882  $\mu\text{Gy}$ , der pasienter i vektclassen under 750g fikk en kumulativ dose på 210.6  $\mu\text{Gy}$ . Begge studiene presenterer i gjennomsnitt antall røntgenbilder per pasient avhengig av vektklasse, studiet til Ebenebe *et al.* (2018) viser at pasienter med en vekt på under 750g gjennomgikk 16 røntgenundersøkelser. Crealey *et al.* (2018) viser at pasientgruppen ELBW gjennomgikk 11 røntgenundersøkelser. Resultatene studiene presenterer, viser en sammenheng mellom fødselsvekt og kumulativ dose, i form av flere røntgenbilder ved lavere vekt og en økning i kumulativ dose.

#### 4.2.5 Bildekvalitet, kuvøse og detektorplassering

Studiet til Tugwell-Allsup, Kenworthy og England (2020) fokuserte på ulikheter i systemer og bildekvalitet ved avbildning av pasienter i kuvøse, der plassering av pasient direkte på detektor minsker attenueringseffekten. Detektor i kuvøseskuff øker attenuasjonen og strålene krever høyere energi for å penetrere både pasient, madrass, og kuvøse. Studien konkluderer med at DR-systemer kan benytte lavere eksponeringsfaktorer enn CR, og likevel produsere høy bildekvalitet.

Minkels *et al.* (2017) sammenligner datainnsamlingen ved tre neonatale intensivavdelinger ved ulike sykehus, og finner variasjon i praksis rundt detektorplassering ved avbildninger av pasienter i kuvøse. Sykehus A i denne studien hadde høyere DAP enn de resterende to sykehusene, fordi Sykehus A plasserte detektoren i kuvøseskuffen. Ved å plassere pasienten direkte på detektor trenger ikke strålene like høy energi som ved en ytterligere penetrering for å nå detektor. Minkels *et al.* (2017) presenterer at fordelene ved bruk av dedikert detektorskuff er å unngå unødvendig forstyrrelse av pasient, i tillegg til lavere infeksjonsfare. Tugwell, Allsup og England (2020) og Minkels *et al.* (2017) konkluderer dermed ulikt.

#### 4.2.6 Ultralyd

Crealey *et al.* (2018) ser på ultralyd som et hjelpemiddel for å undersøke medisinske tilstander hos nyfødte. Flere av undersøkelsene gjennomført i studien hadde i likhet med studien til Ebenebe *et al.* (2018) kontroll av nedlagt trachealsonde (ETT), eller perifere sentrale venekatetre (PICC-line) i tillegg til respirasjonsproblemer som indikasjon.

Ultralydveiledet nedleggelse av PICC-line, ETT, og navlekateter, utført av erfarent personell, har ifølge Crealey *et al.* (2018) vist et mindre behov for kontrollbilder med røntgen, dog

presiserer denne studien at det ikke er enighet om hva som er best metode for å kontrollere plasseringen. Dermed konkluderer studien med at langtidseffekten for kumulativ dose hos pasientgruppen ved repetitive røntgenundersøkelser ikke er godt nok kjent, og anbefaler spesialiserte grupper med nyfødte som hovedfokus. I tillegg til å øke bevisstheten rundt ultralyd som en egnet modalitet ved spesifikke undersøkelser.

#### 4.2.7 Protokoller

Alle studiene problematiserer mangelen på standardiserte protokoller, og oppfordrer til utvikling med utgangspunkt i pasientvekt og referansenivåer, eller eksponeringsparametre. Tugwell-Allsup, Kenworthy og England (2020) anbefaler bruk av DR-systemer og begrunner dette med god bildekvalitet selv ved lav dose. Anim-Sampong *et al.* (2021) anbefaler implementering av internasjonale eksponeringsparametre, herunder høyere kV, og lavere mAs, i tillegg til å sammenligne nasjonale diagnostiske referansenivåer med internasjonale diagnostiske referansenivåer for optimalisering. Temsah *et al.* (2021) foreslår korrekt kollimering for å hindre beskjæring av kollimeringsfeltet etter akkvirering, i tillegg til å revidere bildekriterier for røntgen thorax. Crealey, *et al.* (2018) anbefaler monitorering av kumulativ dose, og anvendelse av ultralyd til passende undersøkelser. Ebenebe *et al.* (2018) ønsker i likhet med Crealey *et al.* (2018) dosemonitorering. Minkels *et al.* (2017) anbefaler standardisering av protokoller, diagnostiske referansenivåer, og bruk av kuvøseskuff med tanke på infeksjonsrisiko. Hinojos-Armendáriz, Mejía-Rosales og Franco-Cabrera fordrer bruk av aluminiumsfiltrering.

## 5.0 Diskusjon

Diskusjonskapittelet er delt inn i to deler som omfatter diskusjon av resultater og metodekritikk. I resultatdiskusjonen vil ulike faktorer som bidrar til økt stråledose diskuteres sammen med tiltak som kan iverksettes for å skape reduksjon av denne. I metodekritikken vil litteraturstudie som metode vurderes kritisk sett i lys av fremgangsmåten for innsamling av data, hvordan søkene ble gjennomført, og utvelgelsen av studiene benyttet i oppgaven.

### 5.1 Mangel på vektklasser til protokoller

Anim-Sampong *et al.* (2021) trekker en klar linje mellom mangel på standardiserte eksponeringsparametre og høyere dose til nyfødte. Temsah *et al.* (2021) har et ønske om å revidere bildekriterier for å få ned forekomsten av overeksponering. Standardisering gir større ensartethet i pasientbehandlingen, og mindre rom for forskjell i utførelsen av prosedyrene. Det er nødvendig med spesifikke protokollgrupper, ettersom premature og neonatale barn kan ha lik gestasjonsalder, men være på ulike stadier i utviklingen som bidrar til stor variasjon i vekt. Dette er en viktig variabel når det kommer til strålefølsomhet i vevet. Almén, *et al.* (2021) oppfordrer som tidligere nevnt til bruk av vektbaserte klasser som utgangspunkt ved utviklingen av DRL, og i tillegg ha pasientvekt tilgjengelig.

Regional enighet om hvordan de ulike undersøkelsene skal gjennomføres kan oppnås ved å for eksempel begrense protokoller til nasjonalt nivå for å fremstille representative utvalg. Mulighetene for å standardisere protokoller internasjonalt er nok relativt liten, fordi fødselsvekt varierer på verdensbasis. Likevel burde det være mulig å utarbeide flere vektklasser enn det som benyttes per dags dato, og bruke disse til optimaliseringen av protokoller. Et av problemene flere av studiene tar for seg, og som også sees i praksis er at det er stor variasjon i vekt på pasientene. I resultatkapittelet synliggjøres vektforskjellene landene imellom og den store variasjonen gir et dårlig utgangspunkt for felles standardisering. Likevel gis det et overblikk over hvilke individuelle vektgrupper som kan være aktuelle for utbedring.

Dersom regionene tar utgangspunkt i sine pasienter, og vektklassene de arbeider hyppigst med, vil de kunne utarbeide protokoller tilpasset disse. Veileder 5 presentert i teorikapittelet skriver at barnets størrelse skal innvirke på eksponeringsparameterne slik at en tilpasning til hver enkelt pasient er mulig (Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, 2018, s.54).

Utarbeides det ikke protokoller som samsvarer med de ulike vektclassene vil det være vanskelig å følge dette prinsippet, og med det motstridende retningslinjene om individuell tilpassing. De yrkesetiske og nasjonale retningslinjene er utarbeidet for å blant annet sørge for likeverdig behandling (Norsk radiografforbund, 2009). Pasienter som ikke kan kategoriseres i en gruppe fordi gruppen ikke eksisterer, kan utsettes for økt stråling nettopp på grunn av dette, som bestrider målet om likeverdig behandling. Dette reiser problematikken rundt mangelen på standardiserte protokoller til ulike vektclasser og hvorfor optimalisering av disse er nødvendig.

Som skrevet i resultatkapittelet kan den nye teknikken presentert i Hinojos-Armendáriz, Mejía-Rosales og Franco-Cabrera (2017) sin studie nesten halvere stråledosen. Etter tekniske innstillinger kunne aluminiumfilteret innsettes, dermed ansees teknikken som relativt enkel å implementere med positiv effekt på dosereduksjon. Dette begrunner hvorfor teknikken burde bli vurdert som et bidrag i standardisering av protokoller. Det er likevel er det kun en studie som undersøker dette, som gjør det vanskelig å trekke en klar slutning på om teknikken utgjør en stor forskjell i stråledose.

## 5.2 Teknikk og detektorplassering

Minkels *et al.* (2017) og Tugwell-Allsup, Kenworthy og England (2020) tar for seg røntgen thorax av premature eller neonatale pasienter i kuvøser. Dette er noe som kan sees på som en utfordring, både med hensyn til detektorplassering og for å sikre gode bilder.

Studiene kommer med to motstridende anbefalinger, der infeksjonsrisiko og skjørheten hos disse pasientene har stor betydning for forslaget om å bruke detektorstuff. Variasjonen i anbefalinger om detektorskuff skal benyttes, bør sees i sammenheng med publiseringstidspunkt av studiene. Minkels *et al.* publiserte sin forskning i 2017 og Tugwell-Allsup, Kenworthy og England publiserte sin studie 2020. Bruk av detektorskuff øker dosen ifølge Tugwell-Allsup, Kenworthy og England (2020), men produserer til gjengjeld bilder av god diagnostisk kvalitet. Det må vurderes om pasientsikkerhet skal gå på bekostning av gode bilder. I følge studien til Tugwell-Allsup, Kenworthy og England (2020) reduseres risikoen for infeksjoner eller forstyrrelse av pasienten ved bruk av detektorskuff, som er viktig ettersom pasientene allerede er skjøre. Dette medfører likevel et økt bidrag til stråledosen, men for å sikre pasientsikkerheten kan den økte stråledosen forsvares. Minkels *et al.* (2017) fraråder

derimot dette med utgangspunkt i økt stråledose, og oppfordrer til detektorplassering direkte under pasienten. Infeksjonsrisiko og skjørhet bør alltid vurderes før valget av detektorplassering tas, og gjør dette til en individuell vurdering radiografene må ta stilling til for å ivareta pasientens sikkerhet.

### 5.3 Ulikheter i eksponeringsparametre

Sammenligning av kV og mAs presentert i resultatkapittelet, viser at studiene har benyttet forskjellige verdier. Røntgen thorax utøves ulikt fra land til land, men felles for studiene er at eksponeringsparametene tar utgangspunkt i vekt. Dermed blir grunnlaget for eksponeringen lik, men likevel viser resultatene at det avgis ulik dose. Dette kan begrunnes med mangelen på referanseverdier for nettopp denne pasientgruppen medfører at ulik kV og mAs benyttes.

Anim-Sampong *et al.* (2021) og Temsah *et al.* (2021) viser begge til at stråledosen til premature og neonatale pasienter overskred internasjonale anbefalinger. Begge studiene er publisert i nyere tid sett i lys av når denne oppgaven er skrevet, som gjør dette til et interessant funn. Dette understreker optimaliseringsbehovet av tiltak for å redusere stråledose i tråd med ALARA-prinsippet. Funnet viser at dagens stråleeksponering ikke er optimal, som reiser spørsmålet om stråledosen overskrider generell stråleberettigelse etter Statens Strålevernrapport fra 2017 (Widmark, 2018). Almén *et al.* 2021 har presentert muligheten for å fastsette DRL for pediatrike radiologiske undersøkelser, som inkluderer røntgen thorax, der funn underbygger behovet for at disse utarbeides og fastsettes.

Det er viktig at bildene er av god diagnostisk kvalitet slik at en ikke risikerer omtak av bildet, likevel er det viktig at radiografer ikke bruker høyere kV og mAs enn nødvendig kun for å sikre at bildene blir gode, når de kunne vært av god diagnostisk kvalitet ved lavere parameter. Det er en vurdering hver enkelt radiograf må ta stilling til i forhold til problemstillingen pasienten ankommer med. Det vises til i Minkels *et al.* (2017) at barn med samme vekt utsettes for ulik eksponering, som er interessant for denne oppgaven nettopp fordi den fremmer at det burde være mer likhet. Ved å benytte NDRL ved utformingen av protokoller kan protokollene kvalitetssikres og gi klare rammer for hvilke verdier de spesifikke vektklassene og pasientene ikke skal overskride ved stråleeksponering.

Ulikhetene presentert i tabell 2 er interessante i den forstand at alle verdiene gir gode nok bilder til å kunne diagnostisere. Dette øker også bevisstheten rundt viktigheten av å etablere referanseverdier for flere vekt- og aldergrupper, slik at stråleeksponeringen blir mer jevn på generell basis. Dette underbygger de yrkesetiske retningslinjene som omfatter likeverdig behandling av pasientgruppen (Norsk Radiografforbund, 2009).

#### 5.4 Diagnostiske referanseverdier

Ved å fastsette nasjonale diagnostiske referansenivåer (NDRL) for pediatriske pasienter kan prosessen med standardisering av protokoller forenkles. Det finnes EDRL, men kun et fåtall land har brukt disse til å produsere og benytte egne NDRL. Noen land har NDRL for premature og neonatale pasienter, mens andre enten har gamle eller ingen i det hele tatt. Selv om Almén *et al.* (2021) har forsket på NDRL, kunne de ikke presentere absolutte referanseverdier for Norge, fordi en fjerdedel av pasientene falt utenfor sine respektive vektgrupper basert på alder. På tross av dette kan resultatene likevel bidra til optimalisering fordi det per dags dato ikke foreligger tilstrekkelig mengde NDRL for barn som kan benyttes.

Formålet med DRL er å optimalisere dose for de forskjellige undersøkelsene som gjennomføres på bildediagnostiske avdelinger. For å fastsette DRL må de regionale referansenivåene settes opp mot de nasjonale for å se om det er likhet i dosene som avgis til pasientene. Eldre utgjør en større andel av pasienter enn premature og neonatale barn, og har dermed et bedre grunnlag for DRL. For å kunne fastsette NDRL må det gjennomføres flere studier lignende Almén *et al.* (2021), over en lengre tidsperiode, slik at alle vektgruppene i alle undersøkelsene kan få sine DRL, og at disse underbygges av en adekvat mengde data.

#### 5.5 Strålefølsomhet

Hvor mange røntgenbilder som kreves varierer fra pasient til pasient avhengig av alvorlighetsgraden av sykdom. Det er en selvfølge at behandling av aktuell sykdom vil prioriteres over å redusere antall røntgenbilder. Dersom dette er tilfelle er det viktig å opprettholde ALARA-prinsippet, slik at pasientene som må til flere røntgenundersøkelser under sykehusoppholdet, ikke påføres enn høyere stråledose enn nødvendig i tillegg.



Teorikapittelet punkt 2.1 viser til at gjentakende stråleeksponeringer bidrar til en høyere kumulativ dose (Vaiserman *et al.* 2018), som kan være helsefarlig, sett i sammenheng med utvikling av kreft. Selv om sannsynligheten for dette er lav, bør det likevel overveies når sårbare pasientgrupper stråleeksponeres. Både Ebenebe *et al.* (2018) og Crealey *et al.* (2018) presenterer en sammenheng mellom lavere vekt og kumulativ dose, som relateres til at yngre pasienter gjennomgår flere undersøkelser enn eldre. Studiene presenterer at pasientgruppen har høyere risiko for forsinkende stråleinduserte maligniteter, som igjen underbygger viktigheten om at ALARA-prinsippet er vesentlig under røntgen thorax-undersøkelser av denne pasientgruppen.

Hovedpoenget med å stråleeksponere disse pasientene er å kartlegge sykdomsbildet og tilrettelegge for behandling, men ved å påføre pasientene høye stråledoser blir det en motsigende effekt ettersom det kan bidra til skadende effekter senere i livet. Dermed kan det som fremstår som hjelp, bidra til helsefarlige skader på lang sikt. Det er derfor viktig at radiografer forbundet til denne pasientgruppen er oppdaterte på hvilke tiltak som kan iverksettes for å unngå dette, fordi radiografer har et overordnet ansvar om å utøve sikker stråleeksponering til alle pasientene de møter i arbeidslivet (Norsk Radiografforbund, 2009).

## 5.6 Ultralyd

Å benytte seg av ultralyd som et hjelpemiddel til å kontrollere plasseringen av PICC eller PIC-lines og ETT kan være nyttig for å bespare pasientgruppen for stråledose, og for å flytte på lasten radiografene kan oppleve på røntgenavdelingen. Ultralyd gir ingen stråledose fordi modaliteten benytter seg av høyfrekvente lydbølger som fungerer som et ekkolodd (Norsk legemiddelhandbok, 2021), og kan dermed gjennomføres flere ganger uten å utsette pasienten for en økt strålerisiko, som kan forekomme ved gjentatte konvensjonelle røntgenundersøkelser.

Både Crealey *et al.* (2018) og Ebenebe *et al.* (2018) hadde samme indikasjoner i henvisninger til røntgen thorax presentert i resultatkapittelet punkt 4.2.7, men det kun Crealey *et al.* (2018) som fremmer forslaget om å benytte ultralyd. Ebenebe *et al.* (2018) presenterer hvilke faktorer som bidrar til økt stråledose, men presenterer ikke ultralyd som et tiltak for å bespare dosen. Alternative teknikker skal tilstrebes brukt dersom dette ikke medfører betydelige ulemper, og kan spare pasienten for stråledose (Strålevernloven kapittel 3 § 13, 2000) som

fremmer ultralyd som et alternativ der dette er mulig. Dette er interessant fordi studiene har samme indikasjoner for å gjennomføre en røntgen thorax, men ulik tilnærming av bidrag som kan redusere stråledosen.

Foreløpig viser likevel tidligere forskning at dette ikke er noe som er praktisert, og at standardkontrollen omfatter en røntgen thorax. Dette fremmer et forslag om å vurdere mulighetene for å flytte noen av prosedyrene som gjennomføres på konvensjonell røntgen over til ultralyd, likevel er ikke dette noe forfatterne av denne oppgaven kan trekke en slutning på uten videre undersøkelse av temaet.

### 5.7 Muligheter til forbedring

Overeksponering kan fremheve funn en ellers ikke ville oppdaget, som kan oppveie for økt kollimeringsfelt. Gjøres det ikke funn, påføres pasienten kun høyere stråledose enn nødvendig. Det er heller ikke mulig å kommunisere med denne pasientgruppen, som kan by på utfordringer i for eksempel form av uønsket pasientbevegelse. Dette er forhold som begrunner behovet for å øke kollimeringsfeltet, for å sikre at ønsket anatomi er med, og for å unngå omtak. Hvis feltet kutter aktuell anatomi, vil dette føre til omtak som gir et høyere dosebidrag. Det er selvfølgelig viktig å avgi nok stråledose slik at bildet har diagnostisk verdi, samtidig som det ikke stråleeksponeres langt over det som er nødvendig. Temsah *et al.* (2021) påpeker at ved røntgen thorax kan for eksempel også hele abdomen avbildes. Dette fører til en økt stråledose til følsomme organer, og selv om det eventuelt kun er et engangstilfelle, må det likevel ikke overeksponeres i så stor grad at det kan få følger for barnet i fremtiden. De fleste artiklene sier likevel at stråledosene ikke er signifikante, men at de kan forbedres.

Utvalget i studiet til Temsah *et al.* (2021) ble overeksponert, som samsvarer med tidligere forskning på feltet, og overskrider dermed internasjonale anbefalinger omhandlende strålevern av omkringliggende vev og organer. Ved å unngå overeksponering kan radiografene bruke mindre tid på bearbeiding av bilder etter undersøkelser. I tillegg kan radiografer med denne pasientgruppen som fokusområde være nyttig fordi spesialisert kunnskap kan tilføre en optimalisering av undersøkelser. Dette krever kapasitet og kan være tidkrevende, men likevel ansees det som nødvendig for å sikre at radiografer har best mulig grunnkunnskap. I studiene til både Temsah *et al.* (2021) og Crealey *et al.* (2018) trekkes det

frem at de ser en mangel på tilstrekkelig opplæring og retningslinjer for avbildning av denne pasientgruppen, og at dette burde vektlegges for å sikre en trygg gjennomføring.

Basert på egne erfaringer er det ikke like mye fokus på hvordan en skal møte denne pasientgruppen i arbeidslivet under utdanningen, verken på universitetet eller under praksisperioder. Dette kan medføre at ferdigutdannede radiografer kan føle seg usikre på hvordan barneprosedyrer skal gjennomføres. Hvordan radiografer opplever situasjonen er ikke undersøkt i denne oppgaven, og det vil være vanskelig å konkludere rundt påstanden om dette kan oppfattes problematisk. Likevel kan det være en oppfordring til videre forskning på området for å kvalitetssikre at radiografene føler at de har god nok kunnskap rundt feltet slik at arbeidsrammene oppleves som trygge både for pasient, pårørende og radiograf.

## 5.8 Metodekritikk

Denne oppgaven er en litteraturstudie som begrenser seg til forskning som allerede er gjennomført. Ved å benytte seg av andre metoder, eksempelvis spørreundersøkelser, intervju eller observasjon kunne dette bidratt til en annen fremstilling av temaet. Likevel ble det besluttet at en litteraturstudie var mest egnet til å kunne belyse oppgavens problemstilling.

Dataen innhentet i denne oppgaven bygger på kvalitative og kvantitative studier, som gjør at den baserer seg på både tall og målinger i tillegg til observasjoner. De kvantitative artiklene bidrar til at oppgaven bygger på troverdige kilder, men det er mulig å avlese tabeller og målinger annerledes enn hva intensjonene til studien var, som kan føre til feil i tolkningen, og dermed utgjøre en feilkilde. For å forhindre dette ble studiene grundig gjennomlest og diskutert for å sikre at det ikke forelå misforståelser.

Søkene ble gjennomført i henholdsvis to databaser, Ovid Medline og PubMed. Dette er medisinske databaser som er godkjent og anbefalt av NTNU, men det er mulig at andre databaser kunne bidratt til å avdekke andre relevante studier omhandlende temaet, som ikke er inkludert i oppgaven. Sjansen for duplikat økte fordi Ovid Medline og PubMed publiserer flere av de samme studiene. Dette var noe vi var oppmerksomme på under både søkeprosessen og utvelgelsen av artikler og ettersom vi fikk treff på relevante artikler som kunne belyse problemstillingen, ble det tatt et valg om å bruke disse databasene, med forbehold om at det ikke forelå duplikat.

Benyttede studier hadde en tidsbegrensning på fem år tilbake i tid, fra 2017-2022, for å rette fokuset på nyere forskning. Ved å begrense utvalget til denne tidsperioden, kan det foreligge en risiko om at relevante studier som tar for seg lik problematikk kan ha blitt oversett. I tillegg ble studiene funnet gjennom databasesøk, der det ble benyttet tilspissede søkeord for å gjennomføre søket. Dette kan ha medført en feilkilde, ved at søkeord som kunne ha vært aktuelle for å fremstille relevante studier har blitt ekskludert slik at artikler som ville ha vært nyttige for oppgaven, ikke ble benyttet. Et av inklusjonskravene var at fulltekst måtte være tilgjengelig. Artikler av faglig relevans kan ha blitt utelatt hvis de kun var tilgjengelige gjennom kjøp. Studier som ble ekskludert på bakgrunn av titler og sammendrag kunne bidratt med relevant informasjon hvis hele studiet hadde vært gjennomlest, dette kan medføre at vi har gått glipp av studier som kunne vært inkludert.

Det ble kun benyttet engelskspråklige studier i oppgaven, og feiltolkninger av fagstoffet kan ikke utelukkes ettersom det var mye fagterminologi som var ukjent fra tidligere. For å forhindre at dette skulle skape feilkilder, ble terminologi diskutert og slått opp i bøker for å sikre at oversettingen ble tilstrekkelig for å forstå innholdet og se det i sammenheng. Studiet til Minkels *et al.* (2017) tok for seg tre sykehus, der sykehus B kun hadde tre vektklasser i motsetning til sykehus A og C som benyttet seg av flere vektklasser. Dette kan føre til en feilkilde, ved at utvalget til sykehus B ikke er representativt sett opp imot de to andre sykehusene. Anim-Sampong *et al.* (2021) inkluderte flere aldersgrupper enn de andre inkluderte studiene, herunder nyfødte, unge og eldre barn. Dette bidro til at fokuset i studien ikke var like omfattende hos nyfødte som ved de andre studiene, som kan føre til en feilkilde i form av at kun et fåtall av nyfødte ble inkludert, og ikke blir like representativt i motsetning til de andre studiene. Likevel ble studien inkludert fordi aldersgruppene ble omtalt uavhengig av hverandre og bidro med relevant informasjon som kunne belyse oppgavens problemstilling.

I følge Dalland (2013, s. 52) er relevans og gyldighet grunnlaget for validitet og for at kildene skal gi troverdige resultater. Det ble inkludert totalt syv studier for å sikre at faktorene denne oppgaven tok for seg skulle dekket. Studienes forskjeller i inkludert utvalg er ikke tatt i betraktning under sammenligningen, dette kan medføre potensielle feilkilder ved at studiene ikke har inkludert et stort nok utvalg til å kunne representere pasientgruppen. I tillegg har oppgaven inkludert studier som er gjennomført i ulike land, noe som kan føre til at resultatene

ikke er representative i forhold til hverandre, ettersom et land potensielt ikke kan være representativt for et annet. Dette kan være med på å påvirke resultatene i denne oppgaven. Videre beskriver Dalland (2013, s. 52) reliabilitet som pålitelighet, som vil si at målingene må utføres korrekt. Ved å kontrollere hvilke metoder, de ulike inkluderte studiene benyttet for utførelse og sette metodene opp mot hvilke resultater som ble presentert, ble sammenhengen tydeliggjort, som bidro til å vurdere om studienes resultater var pålitelige

## 6.0 Konklusjon

Majoriteten av studiene viser til ulike eksponeringsparametre, som varierer med vekt, og utgjør en stor bidragsyter til økt stråledose. Hinojos-Armendáriz, Mejía-Rosales og Franco-Cabrera (2017) presenterer en ny bildeteknikk der høyere kV og lavere mAs gir redusert dose til pasientene uten at det går ut over bildekvalitet i likhet med Tugwell-Allsup, Kenworthy og England (2020). Den store variasjonen i kV- og mAs-verdier viser at pasientene stråleeksponeres svært ulikt, uten at dette har en hensikt i forhold til bildekvalitet. Det konkluderes derfor med at kV- og mAs-verdier burde optimaliseres for flere vektclasser slik at stråleeksponeringen utføres i henhold til ALARA-prinsippet, og unødvendig høy stråling som ikke bidrar til bildekvalitet, utelukkes.

En annen hovedfaktor til økt stråledose var store kollimeringsfelt som strakk seg utenfor interesseområde. Ved å redusere strålefeltet, uten at risikoen for omtak økes, kan dette resultere i at den totale stråledosen går ned. Filtrering, antall røntgenbilder og detektorplassering er også faktorer som bidro til økt stråledose, men ikke i like stor grad som de overnevnte. Hinojos-Armendáriz, Mejía-Rosales og Franco-Cabrera (2017) presenterer at bruk av filter kan vurderes som et tiltak for å spare stråledose uten påvirkning av bildekvalitet, men dette er noe som må forskes nærmere på for å kunne trekke en klar konklusjon.

Flere røntgenbilder fører til økt stråledose, men ettersom det er vanskelig å kartlegge hvor mange bilder en prematur eller neonatal pasient vil trenge vil det være vanskelig å optimalisere denne faktoren. Pasienten vil få lavere stråledose ved å plasseres direkte på detektor (Minkels *et al.* 2021), men ved røntgen thorax på intensivavdelinger der pasienten ligger i kuvøse kan dette være vanskelig å optimalisere ettersom infeksjonsrisiko er høy og pasientene ofte er skjøre. Det tilstrebes å benytte filter, minimalisere røntgenbilder og plassere pasienten direkte på detektor der det er mulig.

Studiene presenterer et forslag om å utarbeide protokoller ved lavere og flere vektclasser enn hva som praktiseres idag for å opprettholde ALARA-prinsippet og optimalisere stråledosen til denne pasientgruppen. Det er viktig at personell som arbeider med premature og neonatale pasienter har fått tilstrekkelig opplæring, å tilstreber at undersøkelsen gjennomføres med så lav stråledose som mulig uten at det går ut over diagnostisk kvalitet. Det konkluderes på

bakgrunn av dette at mangelen på standardiserte protokoller er en viktig faktor som bidrar til økt stråledose, og burde forskes nærmere på for å optimalisere stråledosen.

Crealey *et al.* (2018) presenterer ultralyd som et forslag for å ta over undersøkelser som egner seg til denne modaliteten. Ved å øke bevissthet rundt ultralyd som hjelpemiddel, kan pasienter med problemstillinger vurderes ved hjelp av denne modaliteten og skjermes for stråleeksponering. Det er kun en studie inkludert i denne oppgaven som presenterer denne muligheten for optimalisering, og det blir dermed vanskelig å trekke en klar konklusjon uten videre forskning.

## 7.0 Litteraturliste

### Studiene inkludert i oppgaven:

Anim-Sampong, *et al.* (2021) STATUS OF RADIATION DOSE LEVELS IN PAEDIATRIC CHEST RADIOGRAPHY IN A TERTIARY HOSPITAL IN GHANA, *Radiation Protection Dosimetry*, 195(2), s. 75-82. doi: <https://doi.org/10.1093/rpd/ncab114> (Hentet: 12. mars 2022).

Crealey, *et al.* (2018) Utilization of conventional radiography in a regional neonatal intensive care unit in Ireland, *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 32(16), s. 2667-2673. doi: <https://doi.org/10.1080/14767058.2018.1445713> (Hentet: 12. mars 2022).

Ebenebe, *et al.* (2018) Radiation exposure by digital radiographic imaging in very low birth weight infants, *Journal of Perinatology*, 39(1), s. 115-119. doi: <https://doi.org/10.1038/s41372-018-0276-7> (Hentet: 10. mars 2022).

Hinojos-Armendáriz, V. I., Mejía-Rosales, S. J. og Franco-Cabrera, M. C. (2017) Optimisation of radiation dose and image quality in mobile neonatal chest radiography, *Radiography*, 24(2), s. 104-109. doi: <https://doi.org/10.1016/j.radi.2017.09.004> (Hentet: 12. mars 2022).

Minkels *et al.* (2017) DOSE EVALUATION FOR DIGITAL X-RAY IMAGING OF PREMATURE NEONATES, *Radiation Protection Dosimetry*, 177(4), s. 440-449. doi: <https://doi.org/10.1093/rpd/ncx062> (Hentet: 10. mars 2022).

Temsah, *et al.* (2021) Unintentional exposure and incidental findings during conventional chest radiography in the paediatric intensive care unit, *Medicine*, 100(9), p e24760. doi: [https://journals.lww.com/md-journal/Fulltext/2021/03050/Unintentional\\_exposure\\_and\\_incidental\\_findings.36.aspx](https://journals.lww.com/md-journal/Fulltext/2021/03050/Unintentional_exposure_and_incidental_findings.36.aspx) (Hentet: 12. mars 2022).

Tugwell-Allsup, J., Kenworthy, D. og England, A. (2020) Mobile chest imaging of neonates in incubators: Optimising DR and CR acquisitions, *Radiography*, 27(1), s. 75-80. doi: <https://doi.org/10.1016/j.radi.2020.06.005> (Hentet: 10. mars 2022).



### Andre kilder benyttet i oppgaven:

Almén *et al.* (2021) Paediatric diagnostic reference levels for common radiological examinations using the European guidelines, *The British Institute of Radiology*, 95(1130). 20210700 doi: <https://doi.org/10.1259/bjr.20210700> (Hentet: 04. april 2022).

Barne- og likestillingsdepartementet (2017) *Barns rettigheter i Norge: Norges femte og sjette rapport til FNs komite for barns rettigheter – 2016*. (Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/0ada3bee46b54f498707f51bbc7d4b2c/barnekonvensjonen-norsk-versjon-uu.pdf>) (Hentet: 28. april 2022)

Bushong, S. C. (2021) *Radiologic Science for Technologists: Physics, Biology, and Protection*. 12. utgave. Houston, Texas: Elsevier.

Carlton, R.R., Adler, A.M. og Balac, V. (2018) *Principles of Radiographic Imaging: An Art and Science*. 6. utgave. United States of America: Cengage Learning, Inc.

Dalland, O. (2013) *Metode og oppgaveskriving*. 5. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS

Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (2018). *Veileder om medisinsk bruk av røntgen- og MR-apparatur. Veileder til forskrift om strålevern og bruk av stråling*. Tilgjengelig fra: <https://www.dsa.no/publikasjon/veileder-5-veileder-om-medisinsk-bruk-av-roentgen-og-mr-apparatur-underlagt-godkjenning.pdf> (Hentet: 07. desember 2021)

Forskrift om nasjonal retningslinje for radiografutdanning (2019) *Forskrift om nasjonal retningslinje for radiografutdanning*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2019-03-15-415> (Hentet: 11. mars 2022).

Helsebiblioteket (2016B) *PICO*. Tilgjengelig fra: <https://www.helsebiblioteket.no/kunnskapsbasert-praksis/sporsmalsformulering/pico> (Hentet: 05. mai 2022).

Helsebiblioteket (2016C) *Sjekklist*. <https://www.helsebiblioteket.no/kunnskapsbasert-praksis/kritisk-vurdering/sjekklist> (Hentet: 03. mai 2022)

Helsebiblioteket (u.åA). *Pediatriveiledere Fra Norsk barnelegeforening*. Tilgjengelig fra: <https://www.helsebiblioteket.no/pediatriveiledere?menuitemkeylev1=11574&menuitemkeylev2=12799&key=271300> (Hentet: 03. mai 2022)

Kim, T-H., *et al.* (2017) Reduced radiation dose and improved image quality using a mini mobile digital imaging system in a neonatal intensive care unit, *Clinical Imaging*, 42, s. 165-171. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2016.12.004> (Hentet: 07. desember 2021)

Lie, S. O. (2018) *Neonatal*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/neonatal> (Hentet: 05. mai 2022)

Norsk legemiddelhåndbok (2021). *T24.1.2 Ultralydundersøkelser*. Tilgjengelig fra: <https://www.legemiddelhandboka.no/T24.1.2/Ultralydundersøkelser> (Hentet: 28. april 2022)

Norsk Radiografforbund (2009) *Yrkesetiske retningslinjer*. Tilgjengelig fra: <https://www.radiograf.no/fag-og-profesjon/yrkesetiske-retningslinjer/104560> (Hentet: 11. mars 2022).

Saugstad, O, D. (2009). *Når banet er født for tidlig*. Oslo: Spartacus Forlag AS

Støren, I. (2010). *Bare søk!: praktisk veiledning i å systematisere kunnskap*. Oslo: Cappelen Damm AS

Strålevernforskriften (2016) *Forskrift om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften)*. Tilgjengelig fra: (<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-16-1659>) (Hentet: 28. april 2022).

Strålevernloven (2000) *Lov om strålevern og bruk av stråling*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2000-05-12-36> (Hentet: 07. desember 2021).

Thidemann, I.J. (2019). *Bacheloroppgaven for sykepleierstudenter: Den lille motivasjonsboken i akademisk oppgaveskriving*. 2. utgave. Oslo: Universitetsforlaget.

Vaiserman, A. *et al.* (2018). Health Impacts of Low-Dose Ionizing Radiation, Current Scientific Debates and Regulatory Issues, 16 (3). doi: [10.1177/1559325818796331](https://doi.org/10.1177/1559325818796331) (Hentet: 07. desember 2021).

Widmark A. (2018) *Representative doser i Norge - 2017. Resultater fra innrapportering og revisjon og etablering av nye nasjonale referanseverdier*. (Strålevernrapport 3/2018). Østerås: Statens strålevern. Tilgjengelig fra: [https://dsa.no/publikasjoner/stralevernrapport-3-2018-representative-doser-i-norge-2017/StralevernRapport\\_2017-3\\_Representative%20doser%202017.pdf](https://dsa.no/publikasjoner/stralevernrapport-3-2018-representative-doser-i-norge-2017/StralevernRapport_2017-3_Representative%20doser%202017.pdf) (Hentet: 11. mars 2022)

## Vedlegg 1: Søkehistorikk

Studie	Database	Søkeord	Inklusjonskriterier	Dato	Treff	Benyttet	Tittel	Forfatter(e)
1	PubMed	Neonate, AND neonatal, AND incubator, AND radiation dose	Siste fem år	10. mars 2022	7	1	Mobile chest imaging of neonates in incubators: Optimising DR and CR acquisitions	Tugwell-Allsup, J., Kenworthy, D., og England, A.
2	PubMed	Chest X-ray, AND Paediatric, AND Exposure	Siste fem år	12.mars 2022	197	3	STATUS OF RADIATION DOSE LEVELS IN PAEDIATRIC CHEST RADIOGRAPHY IN A TERTIARY HOSPITAL IN GHANA	Anim-Sampong, S., <i>et al.</i>
3							Unintentional exposure and incidental findings during conventional chest radiography in the paediatric intensive care unit	Temsah <i>et al.</i>
4							Utilization of conventional radiography in a regional neonatal intensive care unit in Ireland	Crealey, M. R. <i>et al.</i>
5	Ovid MedLine	Neonatal, or Intensive Care, Neonatal, or Intensive Care Units, Neonatal, or Neonatal Screening AND Radiography, or Radiography Thoracic AND Dose, or Dose-Response Relationship, Radiation	Siste fem år	10. mars 2022	36	2	Radiation exposure by digital radiographic imaging in very low birth weight infants	Ebenebe, <i>et al.</i>
6							DOSE EVALUATION FOR DIGITAL X-RAY IMAGING OF PREMATURE NEONATES	Minkels, <i>et al.</i>
7	Ovid MedLine	Neonatal, or Intensive Care, Neonatal, or Intensive Care Units, Neonatal, or Neonatal Screening AND Radiography, or Radiography Thoracic AND Dose, or Dose-Response Relationship, Radiation, AND Optimisation	Siste fem år	12. mars 2022	8	1	Optimisation of radiation dose and image in mobile neonatal chest radiography	Hinojos-Armendáriz, V. I., Mejía-Rosales, S. J., og Franco-Cabrera, M. C.

## Vedlegg 2: Presentasjon av temaer i inkluderte studier

Studier	kV, mAs	Kollimering	Filtrering	Antall røntgenbilder	Plassering av detektor	Mangel på standardiserte protokoller
Tugwell-Allsup, Kenworthy og England (2020)						
Anim-Sampong <i>et al.</i> (2021)						
Temsah <i>et al.</i> (2021)						
Crealey <i>et al.</i> (2018)						
Ebenebe <i>et al.</i> (2018)						
Minkels <i>et al.</i> (2017)						
Hinojos-Armendáriz, Mejía-Rosales og Franco-Cabrera (2017)						