



# **SÄTEILYANNOKSET LASTEN KEUHKOJEN RÖNTGENTUTKIMUKSESSA**

Susanna Aittokumpu

Henna Lamminpää

Opinnäytetyö

Lokakuu 2012

Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

AITTOKUMPU, SUSANNA & LAMMINPÄÄ, HENNA:  
Säteilyannokset lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa

Opinnäytetyö 53s., liitteet 5s.  
Lokakuu 2012

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää minkä suuruisia pinta-annoksia (ESD) sekä annoksen- ja pinta-alan tuloja (DAP) alle 10-vuotiaat lapset saivat keuhkojen röntgentutkimuksen AP- ja LAT-projektioissa, sekä miten vertailutasot toteutuivat Suomen suositusten mukaan. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli saada tietoa lasten saamista säteilyannoksista keuhkojen röntgentutkimuksessa.

Opinnäytetyön tutkimusongelmia olivat: Miten EU:n ja Suomen suositukset toteutuvat lasten keuhkojen röntgentutkimusten radiologisessa laitetekniikassa ja millaista radiologista laitetekniikkaa käytetään? Minkä suuruisia säteilyannoksia alle 10-vuotiaat lapset saavat keuhkojen röntgentutkimuksesta sekä miten Suomen vertailutasot toteutuvat alle 10-vuotiaiden lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa? Minkä suuruisia efektiivisiä annoksia sekä elinkohtaisia (rintarauhanen, luuydin, kilpirauhanen) säteilyannoksia alle 10-vuotiaat lapset saavat keuhkojen röntgentutkimuksessa?

Opinnäytetyö toteutettiin kvantitatiivisena eli määrällisenä tutkimuksena Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä, kiinteällä laitteella tehtäviä tutkimuksista. Tutkimusaineisto koostui kymmenestä alle 10-vuotiaasta keuhkojen röntgentutkimukseen tulleesta lapsesta. Tutkimusaineisto analysoitiin Tixel 10 -tilastolaskentaohjelmaa ja PCXMC-annoslaskentaohjelmaa käyttäen.

Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä kiinteällä laitteella suoritettujen lasten keuhkojen röntgentutkimusten radiologinen laitetekniikka vastasi suurelta osin Säteilyturvakeskuksen antamia suosituksia. Käytetty kuvausjännite oli alhaisempi kuin Säteilyturvakeskuksen suositus.

Pinta-annokset lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP-projektiossa vaihtelivat välillä 0,0218 mGy – 0,0329 mGy ja LAT-projektiossa välillä 0,0300 mGy – 0,0391 mGy. Annoksen ja pinta-alan tulo lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP-projektiossa vaihtelivat välillä 1,9 mGy\*cm<sup>2</sup> – 15,5 mGy\*cm<sup>2</sup> ja LAT-projektiossa välillä 1,9 mGy\*cm<sup>2</sup> – 8,9 mGy\*cm<sup>2</sup>. Lasten keuhkojen röntgentutkimuksen efektiivinen annos oli keskimäärin (Md) AP- projektiossa 0,0107 mSv ja LAT- projektiossa 0,0084 mSv.

Asiasanat: Lasten keuhkojen röntgentutkimus, pinta-annos (ESD), annoksen ja pinta-alan tulo (DAP), efektiivinen annos, radiologinen laitetekniikka, vertailutaso

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Radiography and Radiotherapy

AITTOKUMPU, SUSANNA & LAMMINPÄÄ, HENNA:  
Radiation doses in chest x-ray examination of children

Bachelor`s thesis 53 pages, appendices 5 pages  
October 2012

---

The purpose of this thesis was to describe what kind of radiation doses (entrance surface dose, dose area product) under ten-year-old children receive from chest x-ray examination in AP and LAT projection, and how the Finnish reference dose values were fulfilled. The aim of this thesis was to obtain information about what size radiation doses under ten-year-old children receive from chest x-ray examination.

The research problems in this study were the following: How do the EU`s and Finnish guidelines on quality criteria for radiological device technology in children chest x-ray examinations corresponded and what kind of radiological device technology was used? What size radiation doses under ten-year-old children receive from chest x-ray examination and how were the Finnish reference dose values fulfilled? What size effective doses and organ doses (breast gland, bone marrow, thyroid gland) do under ten-year-old children receive from chest x-ray examination?

The method of this thesis was quantitative. This thesis was made in Radiologic department of Pirkanmaa sairaanhoitopiiri`s Kuvantamiskeskus. The research material consisted of ten, under ten-year-old children, who came to chest x-ray examination. The research material was analysed by using Tixel 10- statistical program and PCXMC - program for calculating patient doses in medical x-ray examinations.

Most of the radiological device technology in Radiologic department of Pirkanmaa sairaanhoitopiiri`s Kuvantamiskeskus corresponded to the Finnish guidelines in radiological device technology in children chest x-ray examinations. The used kilovolt in children chest x-ray examinations was lower than the Finnish guidelines in radiological device technology.

---

Keywords: children chest x-ray examination, Entrance Surface Dose (ESD), Dose Area Product (DAP), effective dose, radiological device technology, reference dose value

## SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	5
2 LASTEN KEUHKOJEN RÖNTGENTUTKIMUS.....	6
2.1 Lasten vertailutasot .....	8
2.2 Radiologinen laitetekniikka lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa.....	9
3 SÄTEILYSUOJELU LASTEN KEUHKOJEN RÖNTGENTUTKIMUKSESSA .....	11
4 POTILAAN SÄTEILYALTISTUKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT.....	14
5 SÄTEILYANNOSTEN MITTAAMINEN.....	16
5.1 Pinta-annos.....	16
5.2 Annoksen ja pinta-alan tulo .....	17
6 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET.....	18
7 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSONGELMAT .....	21
8 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMINEN.....	22
8.1 Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä .....	22
8.2 Tutkimusaineiston kerääminen ja analysointi.....	22
9 TUTKIMUSTULOKSET .....	25
9.1 Radiologinen laitetekniikka lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa.....	25
9.2 Taustatiedot kohderyhmästä.....	28
9.3 Pinta-annos lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa.....	29
9.4 Annoksen ja pinta-alan tulo lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa.....	31
9.5 Yhteenveto lasten keuhkojen röntgentutkimuksen säteilyannoksista.....	33
9.6 Luuytimen annos lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa .....	35
9.7 Rintarauhasen annos lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa.....	36
9.8 Kilpirauhasen annos lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa .....	37
9.9 Efektiivinen annos lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa.....	38
10 POHDINTA .....	39
10.1 Opinnäytetyön tulosten pohdinta .....	39
10.2 Opinnäytetyön luotettavuus .....	42
10.3 Opinnäytetyön eettisyys .....	44
10.4 Oppimiskokemukset ja jatkotutkimusehdotukset .....	44
LÄHTEET.....	46
LIITTEET .....	49

## 1 JOHDANTO

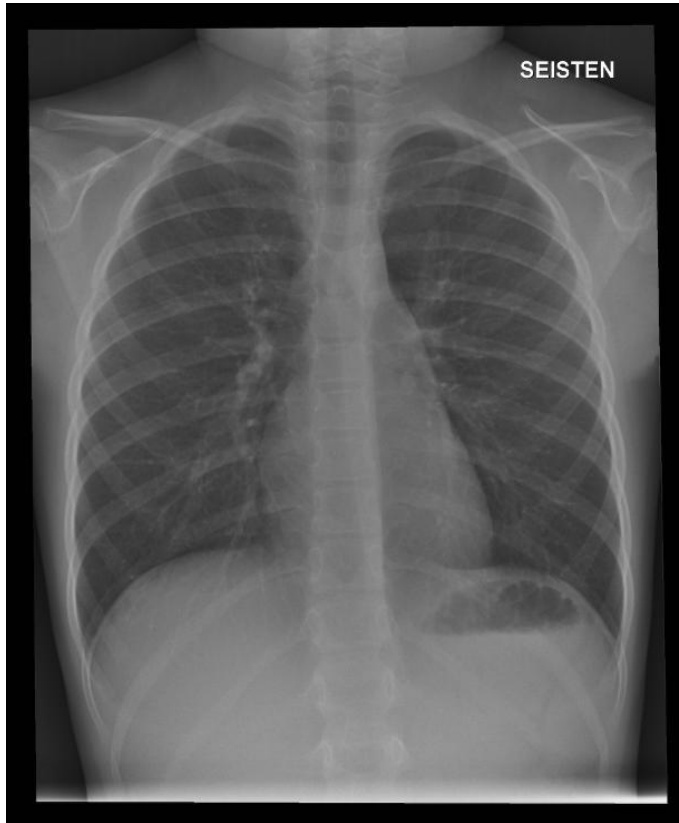
Vuosittain Suomessa tehdään tavanomaisia röntgentutkimuksia noin 3,9 miljoonaa (STUK 2011). Vuonna 2008 lapsille tehtiin noin 300 000 natiiviröntgentutkimusta, joka on 7,5 % kyseisen vuoden röntgentutkimuksista (Tenkanen-Rautakoski 2008, 20). Säteilyn lääketieteellistä käyttöä ohjaavat kolme säteilynkäytön johtavaa periaatetta: oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaate. Oikeutus- ja optimointiperiaatteet ovat avainasemassa optimoitaessa potilaan säteilyaltistusta. (Säteilylaki 1991.) Euroopan komissio on antanut suosituksen radiologisesta laitetekniikasta lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa, sekä määrittänyt vertailutasot yleisimmille lasten röntgentutkimuksille vertailutasokäyriä. Euroopan Unionin jäsenvaltioiden toimivaltaiset viranomaiset vastaavat suositusten noudattamisesta. (European Commission 1996.) Suomessa Säteilyturvakeskus valvoo säteilyn lääketieteellistä käyttöä Sosiaali- ja terveysministeriön alaisuudessa (Säteilylaki 1991).

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää minkä suuruisia pinta-annoksia (ESD) sekä annoksen ja pinta-alan tuloja (DAP) lapset saavat keuhkojen röntgentutkimuksen AP- ja LAT-projektiossa, sekä miten vertailutasot toteutuvat Suomen suositusten mukaan. Tavoitteena on saada tietoa lasten saamista säteilyannoksista keuhkojen röntgentutkimuksessa. Tutkimusaineisto kerättiin Pirkanmaan sairaanhoitopiirin (PSHP) Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä kiinteällä laitteella tehtävistä tutkimuksista kevään ja kesän 2012 aikana. Tutkimusaineisto koostui alle 10-vuotiaista, keuhkojen röntgentutkimukseen tulleista lapsista. Tämän opinnäytetyön tuloksissa puhuttaessa lapsista, tarkoitetaan alle 10-vuotiaita lapsia. Tutkimusaineisto kerättiin Kuvantamiskeskuksen röntgenhoitajien toimesta opinnäytetyön tekijöiden laatimalle aineistonkeruulomakkeelle (Liite 1.) Tämän opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään lasten keuhkojen röntgentutkimusta, säteilysuojelua lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa, potilaan säteilyaltistukseen vaikuttavia tekijöitä sekä säteilyannosten mittausta. Tutkimustuloksissa kerrotaan radiologisen laitetekniikan toteutumisesta Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä suhteessa Euroopan Unionin sekä Säteilyturvakeskuksen suosituksiin.

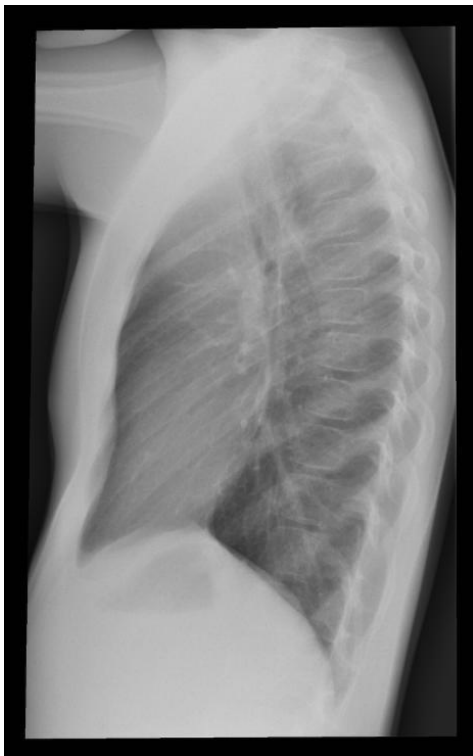
## 2 LASTEN KEUHKOJEN RÖNTGENTUTKIMUS

Lasten keuhkojen röntgentutkimus vaatii aina yksilöllistä suunnittelua ja siihen liittyy erityispiirteitä. Onnistuneen lasten keuhkojen röntgentutkimuksen erityispiirteitä ovat ammattitaitoinen henkilökunta, tutkimuksen työvaiheiden huolellinen suunnittelu, lapsen ja vanhempien ohjaus sekä mahdollisten avustavien henkilöiden opastus. Lasten röntgentutkimuksen kuvaustilanteen tulee olla rauhallinen ja kiireetön. (STUK 2005a, 4.) Lasten keuhkojen röntgentutkimukselle on määritelty erilliset kuvausindikaatiot, jolloin lasten keuhkojen röntgentutkimus on oikeutettu suoritettavaksi. Lasten keuhkojen röntgentutkimusten kuvausindikaatioita ovat keuhkokuume-epäily, keuhkosairauden seuranta, rintakehän vamma, kehityshäiriö, sydänvika, vierasesine-epäily, kasvainten diagnostiikka, keuhko-oireiden ja hengitysvaikeuden selvittely sekä rintakehän alueen toimenpiteen jälkeinen seuranta. (STUK 2008, 4.)

Lasten keuhkojen röntgenkuville on asetettu tiettyjä hyvän kuvan kriteereitä, joiden tulee täyttyä hyvän käytännön mukaan suoritettussa lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa. Hyväksyttävässä lasten keuhkojen röntgenkuvassa (kuva 1) tulee näkyä pallea ja äänihuulitaso, kuvauskenttä rajataan sivusuunnassa vain 2 cm keuhkojen ulkopuolelle sekä etu- että sivukuvassa. Sisäänhengitys on riittävä, kun palleankaaren yläpuolella erottuu kuusi kylkiluun päätä. Lasten keuhkojen röntgenkuvan suoruutta arvioidaan kylkiluiden symmetriasta suhteessa selkärankaan ja rintakehän seinämään. Sivukuvassa keuhkoputkien tyvet ja henkitorvi erottuvat selkeästi. Hilusalueet erottuvat selkeästi ja ovat 2/3 keuhkojen alasta. Sivukuvassa (kuva 2) erottuvat myös mediastinum, sydämen-takainen keuhko sekä nikamat ja rintarangan vieressä olevat rakenteet. (STUK 2008, 4.)



KUVA 1. Yhdeksänvuotiaan lapsen keuhkojen röntgenkuva, PA-projektio (Pirkanmaan sairaanhoitopiiri 2012).



KUVA 2. Yhdeksänvuotiaan lapsen keuhkojen röntgenkuva, LAT-projektio (Pirkanmaan sairaanhoitopiiri 2012).

## 2.1 Lasten vertailutasot

Vertailutasolla tarkoitetaan säteilyannosrajaa, jonka ei oleteta ylittyvän hyvän käytännön mukaan suoritettussa röntgentutkimuksessa. Vertailutasojen säteilyannosrajat on määritelty etukäteen. Vertailutasoja ei ole tarkoitettu suojaamaan yksittäistä potilasta, vaan keskimääräisen säteilyaltistuksen vertaamiseen. Röntgenlaitteista ja toiminnoista aiheutuvat tavallista suuremmat säteilyaltistukset pystytään havaitsemaan vertailutasojen avulla. Röntgentutkimuksista aiheutuvia säteilyaltistuksia on mitattava vähintään kerran kolmessa vuodessa. Säteilyaltistus tulee määrittää ainakin yhdellä annossuureella (Entrance Surface Dose, Dose Area Product) kullekin tutkimustelineelle tyypillisellä tutkimuksella vähintään yhdessä kuvausprojektiossa. Lisäksi kerran vuodessa jokaisella kuvauslaitteella yhdessä kuvausprojektiossa tarkistetaan, ettei säteilyaltistus ole muuttunut merkittävästi. Kutakin vertailutasoa kohden tulee olla vähintään kymmenen potilaan joukko. (STUK 2005b, 1.)

Lasten keuhkojen röntgentutkimuksille on asetettu omat vertailutasot. Vertailutasot on annettu vertailutasokäyrinä, jotka kuvaavat vertailutason potilaan annoksen ja paksuuden funktiona. Keuhkojen röntgentutkimuksessa selvitetään sekä potilaan säteilyaltistus että potilaan paksuus säteilykeilan keskiakselilla kussakin kuvausprojektiossa. Vertailutasojen säteilyaltistustiedot arkistoidaan ja verrataan aikaisempiin vertailutasoihin. Jos vertailutasoista löytyy poikkeamia, tulee poikkeamien syy selvittää ja tarvittaessa ryhtyä toimenpiteisiin säteilyaltistusten optimoimiseksi. (STUK 2005b, 2-3.)



## 2.2 Radiologinen laitetekniikka lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa

Säteilylaki määrää radiologisia laitteita koskevat yleiset vaatimukset. Säteilylaki määrää säteilymittauksien suorittamisesta sekä radiologisten laitteiden ja varusteiden turvallisuudesta käytöstä. (Säteilylaki 1991.) Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä määrittelee laitteisiin ja niiden käyttöön liittyvät yleiset vaatimukset ja rajoitukset (STM 2000). Euroopan komissio antaa suositukset radiologiselle laitetekniikalle lääketieteellisiin kuvauksiin. Euroopan komissio antaa erikseen lapsia koskevat suositukset. (European Commission 1996a; European Commission 1996b.)

Euroopan komissio antaa suositukset lasten keuhkojen röntgentutkimuksiin. Euroopan komissio on suositellut röntgenputken kokonaissuodatuksiksi  $\geq 3.0$  mmAl (European Commission 1996a) ja Suomessa Säteilyturvakeskus on antanut röntgenputken kokonaissuodatuksen suositukseksi  $\geq 2,5$  mmAl (STUK 2006, 2). Euroopan komissio määrittelee lasten keuhkojen röntgentutkimuksissa käytettävän radiologisen laitetekniikan (Liite 3; taulukko 1). Säteilyturvakeskus määrittelee Suomen suositukset radiologiselle laitetekniikalle lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Säteilyturvakeskuksen suositukset radiologiselle laitetekniikalle lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa. (STUK 2005a, 4-7).

Radiologinen laite		
	PA/AP	LAT
Potilaan asento	seisten/maaten	seisten/maaten
Laite	pöytä tai pystyteline	pöytä tai pystyteline
Lisäsuodatus	mielellään kuparia, jos valittavissa	mielellään kuparia, jos valittavissa
Hila	pääsääntöisesti ilman hila	pääsääntöisesti ilman hila
FFD	200 cm	200 cm
Kuvausjännite	115kV-125kV, lapsen koon mukaan	115kV-125kV, lapsen koon mukaan
Valotusautomaatti	käytetään, jos lapsen rintakehä peittää kaikki mittakammiot	käytetään, jos lapsen rintakehä peittää kaikki mittakammiot
Sähkömäärä	1 vuosi 0,5-1,5 mAs 5 vuotta 0,5-2 mAs 10 vuotta (hilan kanssa) automaattilla	1 vuosi 1-2 mAs 5 vuotta 1-3 mAs 10 vuotta (hilan kanssa) automaattilla
Sädesuoja	lyijysuoja välittömästi säteilykeilan reunaan	lyijysuoja välittömästi säteilykeilan reunaan

### 3 SÄTEILYSUOJELU LASTEN KEUHKOJEN RÖNTGENTUTKIMUKSESSA

Kansainvälinen säteilysuojelutoimikunta ICRP (International Commission on Radiological Protection) on organisaatio, joka julkaisee maailmanlaajuisesti suosituksia säteily-suojelun toteutuksesta (ICRP 2011). ICRP suosittelee röntgentutkimuksissa käytettävät vertailutasot. Euroopan atomienergiayhteisö, EURATOM, velvoittaa Euroopan Unionin jäsenmaita määrittelemään, käyttämään ja seuraamaan vertailutasoja. (97/43/Euratom.)

Suomessa korkein valvonta- ja ohjausviranomainen on Sosiaali- ja terveysministeriö, STM. Sosiaali- ja terveysministeriö laatii säteilysuojelulainsäädännön sekä vastaa väestön suojelemisesta haitalliselta säteilyltä. (Säteilysuojelu 2009.) Säteilyturvakeskus valvoo Sosiaali- ja terveysministeriön alaisena säteilylain noudattamista säteilyn lääketieteellisessä käytössä (Säteilylaki 1991).

Säteilysuojeluun tulee kiinnittää erityistä huomiota kuvattaessa lapsia. Lapset ovat selkeästi herkempiä säteilyn haittavaikutuksille kuin aikuiset, koska lapsipotilaat ovat pienikokoisempia ja oman kehon antama suoja on vähäisempi. Lasten kehossa on paljon nopeasti jakautuvaa solukkoa ja näin mahdollisia mutaatioita esiintyy nopeammin. Lasten odotettu elinikä on pitkä, minkä aikana syöpä ehtii tulla esiin pitkänkin latenssiajan jälkeen. Lasten röntgentutkimusprosessi tulee suorittaa aina yksilöllisesti, lähetettä tulee arvioida kriittisesti ja vain välttämättömät projektiot kuvataan. Magneettikuvaus ja ultraäänitutkimukset sopivat hyvin lasten kuvantamiseen, koska niissä ei käytetä ionisoivaa säteilyä. (STUK 2005a, 4: Kettunen 2003, 6-7.)

Jakaantumisvaiheessa olevat solut ovat herkkiä säteilyn haittavaikutuksille, koska säteilyn aiheuttamat muutokset kloonautuvat jakautuneisiin soluihin (Mustonen & Salo 2002, 28-29; Euroopan komissio 1999, 9). Ionisoiva säteily aiheuttaa biologisia haittavaikutuksia solun makromolekyyleissä. Säteilyn osuessa aineeseen se aiheuttaa atomeissa ionisaatioita ja virittymisiä. Ionisaation vaikutuksesta atomi saa varauksen, kun elektroni irtoaa elektronikuorelta. Säteilyn energiansiirtokyky määrittää säteilyn biologisten haittavaikutusten laajuuden. Mitä pienempi säteilyn energiansiirtokyky on, sitä vähemmän se aiheuttaa ionisaatioita kulkureitillään. (Mustonen & Salo 2002, 28-29.) Säteilyvauriot kudoksissa ja soluissa saavat alkunsa DNA:n (Deoxyribonucleic acid)

rakenteen muutoksista. (Mustonen & Salo 2002, 31). ”Vaurio DNA:ssa voi johtaa perimän vaurioitumiseen, solun kuolemaan, muuntumiseen syöpäsolun esiasteeksi, jakaantumiskyvyn menetykseen tai vaurion korjaamiseen ja normaalin toiminnan jatkumiseen.” (Mustonen & Salo 2002, 31).

Keuhkojen röntgentutkimuksen kuvausalueella sijaitsee sädeherkkiä elimiä ja punaista luuydintä. Lapsilla on sädeherkkää punaista luuydintä eripuolilla luustoa. Kilpirauhanen sijaitsee hyvin lähellä ihon pintaa ja tästä syystä se altistuu säteilylle erityisesti keuhkojen alueen tutkimuksissa. Rintarauhanen on herkimmillään säteilylle voimakkaimman kasvun vaiheessa, noin 8 vuoden iästä alkaen. (STUK 2005a, 5.)

Säteilyannoksen laskemiseen käytetään kudosten painotuskertoimia ( $w_T$ ) (STUK 2007, 10). ”Kudosten painotuskertoimet on valittu siten, että kerroin ilmoittaa kyseisen kudoksen tai elimen suhteellisen osuuden kokonaishaitasta silloin, kun koko keho on tasaisesti altistunut säteilylle. Tämän vuoksi kertoimien summa on yksi.” (STUK 2007, 10.) Luuytimen painotuskerroin on 0,12, rintarauhasen painotuskerroin on 0,05 ja kilpirauhasen painotuskerroin on 0,05. Kudosten painotuskertoimia tarvitaan efektiivisen annoksen laskemisessa. (STUK 2007, 10, 12.)

Säteilysuojeluun liittyy tekninen toteutus sekä huolelliset käytännön valmistelut. Tekniseen toteutukseen kuuluu optimaalisten kuvausarvojen ja suodatuksen valinta, hilan käytön harkinta, fokuskoko, rajaus sekä kuvaussuunta. Käytännön toteutukseen kuuluu lapsen saaminen mahdollisimman yhteistyökykyiseksi sekä huoltajan tai kiinnipitäjän oikea ohjaus sekä lyijysuojien oikeaoppinen käyttö. Lyijyä sisältäviä säteilysuojia tulee käyttää aivan säteilykentän reunassa, koska yli 4 cm etäisyydellä reunasta suojaava vaikutus häviää. (STUK 2005a, 4; Paasio 2008, 25-26.)

Stokastiset eli satunnaiset haittavaikutukset voivat muodostua kuinka pienestä säteilyaltistuksesta tahansa. Stokastisilla haittavaikutuksilla ei ole kynnyсарvoa. Kynnyсарvolla tarkoitetaan tiettyä raja-arvoa, jonka ylittyessä syntyy säteilyvaurio. Saadulla säteilyannoksella ei ole suurta merkitystä haitta-asteeseen, mutta säteilyannoksen kasvaessa kasvaa myös haitan todennäköisyys. Annosnopeus ei vaikuta merkittävästi stokastisen haitan riskiin. Kokonaisriskin määrää koko elämän aikana saatu kumulatiivinen säteilyan-

nos. Jokainen otettu röntgenkuva kasvattaa kumulatiivista annosta. (Paile 2002, 44-46; Paile 2005, 79-80.)

Stokastiset haitat ilmenevät vasta pitkän ajan kuluttua ja esiintyvät täysin satunnaisesti. Tästä syystä haittaa ei voida yhdistää tiettyyn altistukseen. Stokastiset haittavaikutukset syntyvät perimän muutoksista yhdessä solussa, mutta haittaa ei synny kuolleista soluista. Stokastinen haittavaikutus voi olla syöpä tai perinnöllinen haitta. (Paile 2002, 44-46; Paile 2005, 79-80.)

#### 4 POTILAAN SÄTEILYALTISTUKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Röntgenhoitaja voi optimoida potilaan säteilyaltistusta usealla eri tavalla. Säteilyaltistuksen optimointi lähtee jo röntgenhoitajan perehdyttämisestä työpaikkaan ja sen laitteisiin. Röntgenhoitajan ammattitaito on tärkeä osa optimoinnin käytännön toteutusta. Hyvä potilaan ohjaus parantaa röntgenhoitajan ja potilaan yhteistyötä. Toiminnan tulee olla hyvin suunniteltua, jotta potilaan säteilyaltistus saadaan pidettyä niin alhaisena kuin tarvittavan diagnostisen tiedon saaminen vaatii. (Aakula 2005, 15-16.)

Optimoinnin kannalta on tärkeä tutustua huolellisesti lähetteeseen ja aikaisempiin kuvatieluihin, jotta välttyttäisiin mahdollisilta aikaisemmilta kuvausvirheiltä, osataan valita tutkimukselle oikea kuvaustapa ja välineet sekä voidaan arvioida potilaan kunto. Potilaan kunto ja sairaudet vaikuttavat kuvausarvojen valintaan ja näin vaikuttavat potilaan saamaan säteilyannokseen. Henkilöllisyys tulee varmistaa, jotta oikea kuvaus tehdään oikealle potilaalle. (Aakula 2005, 15-16.)

Potilaan saama sädeannos voidaan minimoida monilla teknisillä seikoilla, joita ovat kuvausarvojen (kV ja mAs) valinta, etäisyys, suodatus, sädekentän rajaus ja detektorin herkkyuden valinta. Kuvausarvojen optimoinnilla voidaan vähentää potilaan saamaa säteilyannosta. Kuvausarvot valitaan tutkimuskohtaisesti ja niihin vaikuttavat myös potilaan koko, ikä ja sairaus. Kuvausetäisyyttä kasvattamalla pienennetään potilaan ihoannosta, sillä säteily vaimenee etäisyyden kasvaessa. Oikealla suodatuksella minimoidaan potilaaseen absorboituvan pehmeän säteilyn määrää. Se, mitä suodatusta (mmAl, mmCu) käytetään, riippuu tutkimuksesta. Sädekentän rajauksella varmistetaan, että vain tutkittava alue altistuu säteilylle. Radiologiseen laitetekniikkaan liittyvän säteilysuojelun lisäksi potilasta voidaan suojata säteilyltä myös sädesuojia käyttäen. Sädesuojaa on käytettävä aina, jos sädeherkät elimet ovat lähellä primäärkenttää. (Henkilökunnan ja potilaan säteilysuojelu lääketieteellisessä säteilyn käytössä 2006, 23-25; Adler & Carlton 2012, 109-110.)

Kuvausprojektioidilla on merkitystä potilaan saamaan säteilyaltistukseen. Posteroanteriorisessa PA-projektiossa vatsan alueen säteilylle herkät elimet sijaitsevat syvemmällä potilaan pinnasta. PA-projektiossa efektiivinen annos on noin puolet pienempi kuin an-

teroposterisessa AP-projektiossa, vaikka potilaan saama pinta-annos on sama. Kun röntgenputki on asetettu potilaan oikealle puolelle, potilaan sädeherkkien elinten kuten, mahalaukun ja paksusuolen laskeva osan säteilyaltistus on vähäisempi kuin potilaan vasemmalta puolelta otetussa röntgenkuvassa. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 150-151.)

## 5 SÄTEILYANNOSTEN MITTAAMINEN

Potilaan säteilyannoksen mittaamisen tarkoituksena on arvioida säteilystä potilaalle aiheutuvaa haittaa. Oikeutus- ja optimointiperiaatteiden toteutumisen kannalta on tärkeää, että tiedetään röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuva säteilyannos. Säteilyannosten seuraaminen on tärkeää myös siitä syystä, että se voi paljastaa röntgenlaitteessa olevia vikoja, jotka voivat muuten jäädä huomaamatta. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 117-118.) Potilaan saaman säteilyannoksen mittasuureina käytetään pinta-annosta (Entrance Surface Dose) sekä annoksen ja pinta-alan tuloa (Dose Area Product) (Toivonen, Miettinen & Servomaa 2000, 98).

Pinta-annos (ESD) kuvaa paikallisesti potilaan iholle absorboitunutta säteilyannosta. Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) kuvaa potilaan ihon pinnalle kohdistuvien säteilykvanttien kokonaismäärää. Annoksen ja pinta-alan tulolla (DAP) voidaan selvittää paremmin röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan stokastisen riskin mahdollisuutta. Röntgentutkimuksesta aiheutuvaa deterministisen säteilyvaurion riskiä arvioidaan pinta-annoksen (ESD) avulla. Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) kuvaa paremmin röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvaa säteilyaltistusta. Pinta-annos (ESD) voi olla parempi mitattava suure, kun halutaan tietoa kuvareseptorin valinnan merkityksestä potilaan säteilyannokseen. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 122-125.)

### 5.1 Pinta-annos

Pinta-annoksella (ESD) tarkoitetaan annosta, joka on absorboitunut ilmaan siinä kohdassa, jossa säteilykeilan keskiakseli osuu potilaan ihon pintaan. Pinta-annos käsittää säteilyannoksen lähellä potilaan ihoa sekä potilaasta takaisin siroavan säteilyn. Pinta-annoksella (ESD) määritetään aina yhden projektion säteilyannos. Kahden projektion pinta-annosta (ESD) ei voi laskea yhteen. Saman suunnan projektioiden pinta-annokset (ESD) ovat vertailukelpoisia, vaikka ne olisi kuvattu eri paikoissa ja eri aikaan. Pinta-annos voidaan määrittää laskennallisesti tai potilaan iholle kiinnitettävällä mittarilla. Pinta-annoksen mittayksikkönä käytetään mGy. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 119-122.)



Pinta-annos (ESD) voidaan määrittää laskennallisesti röntgenputken säteilyntuoton perusteella.

$$ESD = Y(U,F) * (FDD/FSD)^2 * Q * BSF$$

$Y(U,F)$  = röntgenputken säteilyntuotto, yksikkönä mGy/mAs, ilmaan absorboitunut annos jaettuna sähkömäärällä, mitattuna etäisyydellä FDD(cm) fokuksesta

U = tutkimuksessa käytetty kuvausjännite

F = tutkimuksessa käytetty kokonaissuodatus

FDD = fokuksen ja detektorin välinen etäisyys

FSD = etäisyys röntgenputken fokuksesta potilaan iholle säteilykentän keskiakselilla

Q = tutkimuksessa käytetty sähkömäärä (mAs)

BSF = takaisinsirontakerroin

(STUK 2004, 7.)

## 5.2 Annoksen ja pinta-alan tulo

Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) kuvaa säteilykeilan poikkileikkauksen pinta-alan ja annoksen tuloa. Eri projektioista saadut annoksen ja pinta-alan tulot (DAP) voidaan laskea yhteen, jolloin saadaan selville koko tutkimuksesta aiheutunut säteilyaltistus. Annoksen ja pinta-alan tulon (DAP) mittauksessa ei huomioida säteilyn sirontaa eikä ilman vaimennusta. Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) on käytännössä riippumaton etäisyydestä. Annoksen ja pinta-alan tulon mittayksikkönä käytetään  $mGy \cdot cm^2$  (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 123-125.)

Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) mitataan DAP-mittarilla. DAP-mittari on litteä ionisaatiokammio, joka asetetaan röntgenputkessa olevien kaihtimien eteen. Annoksen ja pinta-alan tulo saadaan välittömästi DAP-mittarin näytöltä. DAP-mittaria voidaan käyttää natiiviröntgen- sekä läpivalaisututkimuksissa. Useamman projektion tutkimuksista tulee kirjata ylös yksittäisen projektion annoksen ja pinta-alan tulo (DAP), jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia suhteessa pinta-annokseen (ESD). (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 119-122; Toivonen, Miettinen & Servomaa 2000, 98.)

## 6 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET

Savonia-ammattikorkeakoulussa syksyllä 2007 tehdyssä opinnäytetyössä on laskennallisesti määritetty vastasyntyneiden tehostetun hoidon osastolla, 0-28 päivän ikäisten, vastasyntyneiden pinta-annoksia ja annoksen ja pinta-alan tuloja keuhkojen röntgentutkimuksessa. Tutkimusaineisto koostui 18 keuhkokuvauksesta Kuopion yliopistollisen sairaalan vastasyntyneiden tehostetun hoidon osastolla. Lasten painot vaihtelivat välillä 590 g-4085 g ja rintakehän paksuudet vaihtelivat välillä 4,5 cm-10,5 cm. Tutkimusaineiston pinta-annosten keskiarvo oli 0,027 mGy. Pinta-alan annoksen tulojen keskiarvo oli 2,920 mGy\*cm<sup>2</sup>. Tutkimuksessa mitatut säteilyannokset jäivät selvästi Säteilyturvakeskukseen asettaman vertailutason alle. (Iivonen & Ikonen 2007, 32-34.)

Helsingin ammattikorkeakoulu Stadiassa keväällä 2007 tehdyssä opinnäytetyössä on mitattu ja määritetty laskennallisesti 5-10-vuotiaiden pinta-annoksia (ESD) ja annoksen ja pinta-alan tuloja (DAP) keuhkojen röntgentutkimuksessa. Tutkimusaineisto koostui 36 keuhkokuvauksesta Lasten ja nuorten sairaalan röntgenosaston kahdessa eri huoneessa. Lasten painot vaihtelivat välillä 15 kg- 50 kg ja rintakehän paksuudet vaihtelivat välillä 13 cm- 28 cm. Huoneessa 1, ilman hilaa saatujen pinta-annosten (ESD) keskiarvo PA-projektiossa oli 0,03mGy ja hilan kanssa suoritettuja kuvauksia oli kaksi, joiden pinta-annokset (ESD) olivat 0,1211 mGy ja 0,2929 mGy. LAT-projektiossa pinta-annosten (ESD) keskiarvo ilman hilaa oli 0,10 mGy. Huoneessa 2 ilma hilaa saatujen pinta-annosten (ESD) keskiarvo PA-projektiossa oli 0,03 mGy ja hilan kanssa pinta-annosten (ESD) keskiarvo oli 0,07 mGy. LAT-projektiossa pinta-annosten (ESD) keskiarvo ilman hilaa oli 0,06 mGy ja hilan kanssa pinta-annosten (ESD) keskiarvo oli 0,12 mGy. Huoneessa 1 ilman hilaa saatujen annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) keskiarvo PA-projektiossa oli 4 mGy\*cm<sup>2</sup> ja LAT-projektion annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) keskiarvo oli 6 mGy\*cm<sup>2</sup>. Huoneessa 2 annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) keskiarvo PA-projektiossa ilman hilaa oli 35 mGy\*cm<sup>2</sup> ja hilan kanssa 45 mGy\*cm<sup>2</sup>. Huoneen 2 LAT-projektion annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) keskiarvo ilman hilaa oli 56 mGy\*cm<sup>2</sup> ja hilan kanssa annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) keskiarvo oli 72 mGy\*cm<sup>2</sup>. (Karvonen, Kunnari & Savolainen 2007, 19, 22, 26.)

Helsingin ammattikorkeakoulu Stadiassa vuonna 2005 tehdyssä opinnäytetyössä on määritetty pinta-annoksia (ESD) 1- alle 5-vuotiaiden lasten thorax-tutkimuksissa Lasten ja nuorten sairaalassa Helsingissä. Tutkimusaineisto koostui 40 thorax-tutkimuksesta kahdessa eri huoneessa. Lasten painot vaihtelivat välillä 7 kg- 25 kg ja rintakehän paksuudet vaihtelivat AP-projektiossa välillä 10 cm-19 cm ja LAT- projektiossa välillä 12 cm- 22 cm. Huoneessa 1 saatujen keuhkojen röntgentutkimuksen pinta-annosten (ESD) keskiarvo AP-projektiossa oli 0,015 mGy ja LAT-projektiossa keskiarvo oli 0,024 mGy. Huoneessa 2 saatujen pinta-annosten (ESD) keskiarvo AP-projektiossa oli 0,025 mGy ja LAT-projektiossa keskiarvo oli 0,036 mGy. (Juntunen & Sippola 2005, 24-27.)

Helsingin yliopistossa vuonna 2004 tehdyssä Pro gradu -tutkielmassa Lasten röntgentutkimusten vertailutasot on koottu säteilyannoksia kahdeksasta eri sairaalasta. Aineisto koostui rintakehän röntgentutkimuksista, joita oli 700. Tutkielmassa käytetty aineisto on kerätty Helsingin, Turun, Oulun ja Kuopion yliopistosairaaloissa vuosina 1994-1998 sekä Kätilöopiston sairaalassa ja Helsingin yliopistollisen sairaalan Lasten ja nuorten sairaalassa vuosina 1999-2001. Lisäksi tutkielman tekijä on itse kerännyt aineistoa Ete-lä-Karjalan keskussairaalassa ja Armilan sairaalassa. (Kiljunen 2004, 46.)

Acta Radiologica:n vuonna 2009 julkaisemassa artikkelissa Organ Doses and Effective Doses in Pediatric Radiography: Patient-Dose Survey in Finland on julkaistu tuloksia säteilyannoksista. Tutkimusaineisto on kerätty 24 suomalaisesta sairaalasta, tutkimusai- neisto sisältää kokonaisuudessaan 1916 lasten röntgentutkimusta, joista keuhkojen rönt- gentutkimuksia oli 1426. Lasten painot vaihtelivat välillä 4 kg - 59 kg ja rintakehän paksuudet vaihtelivat välillä 10 cm - 31 cm. Tutkimusaineiston tulokset on luokiteltu lasten iän mukaan: 0-vuotiaat, 5-vuotiaat ja 15-vuotiaat. (Kiljunen, Tietäväinen, Parvi- ainen, Viitala & Kortnesniemi 2009, 114, 117.)

Pinta-annosten keskiarvot lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP-projektiossa olivat 0-vuotiailla 0,06 mGy, 5-vuotiailla 0,06 mGy ja 15-vuotiailla 0,10 mGy. Pinta-annosten keskiarvot LAT-projektiossa olivat 0-vuotiailla 0,10 mGy, 5-vuotiailla 0,14 mGy ja 15- vuotiailla 0,47 mGy. Pinta-annosten keskiarvot PA-projektiossa olivat 0-vuotiailla 0,03 mGy, 5-vuotiailla 0,06 mGy ja 15-vuotiailla 0,18 mGy. (Kiljunen ym. 2009, 120.)

Annoksen ja pinta-alan tulon keskiarvot lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP-projektiossa olivat 0-vuotiailla  $9 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$ , 5-vuotiailla  $17 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$  ja 15-vuotiailla  $52 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$ . Annoksen ja pinta-alan tulon keskiarvot LAT-projektiossa olivat 0-vuotiailla  $16 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$ , 5-vuotiailla  $36 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$  ja 15-vuotiailla  $119 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$ . Annoksen ja pinta-alan tulon keskiarvot PA-projektiossa olivat 0-vuotiailla  $3 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$ , 5-vuotiailla  $23 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$  ja 15-vuotiailla  $54 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$ . (Kiljunen ym. 2009, 120.)

Efektiiivisen annoksen keskiarvot lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP-projektiossa olivat 0-vuotiailla  $15 \mu\text{Sv}$ , 5-vuotiailla  $15 \mu\text{Sv}$  ja 15-vuotiailla  $23 \mu\text{Sv}$ . Efektiiivisen annoksen keskiarvot LAT-projektiossa olivat 0-vuotiailla  $20 \mu\text{Sv}$ , 5-vuotiailla  $22 \mu\text{Sv}$  ja 15-vuotiailla  $48 \mu\text{Sv}$ . Efektiiivisen annoksen keskiarvot PA-projektiossa olivat 0-vuotiailla  $6 \mu\text{Sv}$ , 5-vuotiailla  $11 \mu\text{Sv}$  ja 15-vuotiailla  $30 \mu\text{Sv}$ . (Kiljunen ym. 2009, 120.)

## **7 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSONGELMAT**

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää minkä suuruisia pinta-annoksia sekä annoksen ja pinta-alan tuloja alle 10-vuotiaat lapset saavat keuhkojen röntgentutkimuksen AP- ja LAT-projektioissa, sekä miten vertailutasot toteutuvat Suomen suositusten mukaan. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on saada tietoa lasten saamista säteilyannoksista keuhkojen röntgentutkimuksessa.

Tutkimusongelmia ovat:

1. Miten EU:n ja Suomen suositukset toteutuvat lasten keuhkojen röntgentutkimusten radiologisessa laitetekniikassa ja millaista radiologista laitetekniikkaa käytetään?
2. Minkä suuruisia säteilyannoksia alle 10-vuotiaat lapset saavat keuhkojen röntgentutkimuksesta sekä miten Suomen vertailutasot toteutuvat alle 10-vuotiaiden lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa?
3. Minkä suuruisia efektiivisiä annoksia sekä elinkohtaisia (rintarauhanen, luuydin, kilpirauhanen) säteilyannoksia alle 10-vuotiaat lapset saavat keuhkojen röntgentutkimuksessa?

## 8 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMINEN

### 8.1 Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä

Kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus on tutkimusmenetelmä, jota käytetään melko usein sosiaali- ja yhteiskuntatieteitä käsittelevissä tutkimuksissa. Kvantitatiivisella tutkimuksella halutaan selvittää erilaisten ilmiöiden syy-seuraussuhteita, yleisyyttä, yhtäläisyyksiä ja esiintymistä numeroiden ja tilastojen avulla. Kvantitatiivisen tutkimuksen keskeisiä osia ovat aikaisemmat tutkimukset, johtopäätökset ja teoriat. Muuttujat kerätään tutkimusmenetelmässä taulukoiksi ja aineistosta tehdään tilastollisesti käsiteltävä. Kerättävän aineiston tulee soveltua numeeriseen eli määrälliseen mittaamiseen. (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara 2007, 135–136.)

Tutkimusaineistoa kvantitatiivisessa tutkimuksessa voidaan kerätä aineistonkeruulomakkeella. Ennen aineistonkeruulomakkeen laatimista tulee tutustua laajasti aikaisempaan, tutkittavaa aihetta käsittelevään kirjallisuuteen ja tutkimuksiin. Aineistonkeruulomakkeeseen kerättävien tietojen tulee vastata tarkasti tutkittavaa aihetta, teoreettista viitekehystä ja keskeisiä käsitteitä. (Vilka 2007a, 73-75; Vilka 2007b, 36-37.) Tämä opinnäytetyö on toteutettu käyttäen kvantitatiivista tutkimusmenetelmää, koska käsiteltävä tieto oli numeerista ja kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä sopii parhaiten juuri numeerisen- ja tilastoitavan tiedon käsittelyyn.

### 8.2 Tutkimusaineiston kerääminen ja analysointi

Tiedot säteilyannosten laskemiseksi kerättiin aineistonkeruulomakkeille. Kerättyjen tietojen avulla määritettiin lasten keuhkojen röntgentutkimuksen aiheuttamat säteilyannokset. Tiedonkeruussa käytettiin kahta lomaketta, joista toinen oli aineistonkeruulomake (Liite 1) ja toinen laitetietolomake (Liite 2). Säteilyturvakeskus velvoittaa, että röntgentutkimuksista aiheutuvia säteilyaltistuksia on mitattava vähintään kerran kolmessa vuodessa. Säteilyaltistus tulee määrittää ainakin yhdellä annossuureella kullekin tutkimustelineelle tyypillisellä tutkimuksella vähintään yhdessä kuvausprojektiossa. Lisäksi kerran vuodessa jokaisella kuvauslaitteella yhdessä kuvausprojektiossa tarkiste-

taan, ettei säteilyaltistus ole muuttunut merkittävästi. Kutakin vertailutasoa kohden tulee olla vähintään kymmenen potilaan joukko. (STUK 2005b, 1.) Tässä opinnäytetyössä tutkimusaineiston koko oli 10 alle 10-vuotiasta potilasta, joille suoritettiin keuhkojen röntgentutkimus, johon kuului AP- ja LAT-projektio.

Tutkimusaineisto kerättiin Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä kiinteällä laitteella tehtävistä lasten keuhkojen röntgentutkimuksista kevään ja kesän 2012 aikana. Tutkimusaineisto koostui alle 10-vuotiaista, keuhkojen röntgentutkimukseen tulleista lapsista. Tutkimusaineisto kerättiin Kuvantamiskeskuksen röntgenhoitajien toimesta opinnäytetyön tekijöiden laatimalle aineistonkeruulomakkeelle. Virheiden minimoimiseksi Kuvantamiskeskuksen röntgenhoitajia ohjeistettiin aineistonkeruulomakkeen täyttämässä. Opinnäytetyön tekijät keräsivät itse radiologista laitetta koskevat tiedot ja Kuvantamiskeskuksen röntgenhoitajat keräsivät tiedot aineistonkeruulomakkeeseen (liite 1).

Vilkan (2007b, 95) mukaan tietosuoja velvoittaa tutkijaa huolehtimaan tutkittavien anonymiteetistä ja henkilötietojen suojaamisesta. Tutkija ei saa luovuttaa tutkittavien henkilötietoja asiattomien käsiin. (Vilka 2007b, 95.) Tässä opinnäytetyössä potilasta ei voida tunnistaa tutkimustuloksista, koska potilaat identifioitiin numeroin ja lomakkeisiin merkittiin vain potilaan sukupuoli, syntymävuosi, pituus ja paino. Tutkimustulosten luotettavuus lisääntyi, kun säteilyannosten määrittämiseen käytettiin kahta eri mittausmenetelmää, DAP ja ESD.

Tutkimusaineisto kerättiin potilailta, jotka tulivat lähetteen mukaiseen, oikeutettuun röntgentutkimukseen. Tutkimusaineiston kerääminen ei lisännyt potilaiden säteilyaltistusta. Säteilyannosten mittaukset kuuluvat Kuvantamiskeskuksen normaaliin toimintaan. Kuvantamiskeskuksen röntgenhoitajat toimivat tutkimusaineiston keräämistilanteissa omien käytäntöjensä mukaan.

Aineistonkeruulomakkeeseen (liite 1) kirjattiin jokaisesta lapsipotilaasta tutkimuksen kannalta tärkeitä potilas- ja tutkimustietoja, kuten päivämäärä, tutkimuspaikka, tutkimushuone, potilasnumero, sukupuoli, syntymävuosi, pituus, paino, kenttäkoko tukipinnalla, fokus-iho-etäisyys (FSD), fokus-tukipinta -etäisyys, kuvausjännite (kV), kuvausvirta (mAs), käytetty fokus, valotusautomaatti, sädesuojien käyttö sekä annoksen ja pin-

ta-alan tulo (DAP). Laitetietolomakkeeseen (liite 2) kirjattiin laitteen nimi, fokuskoko (mm), kokonaissuodatus, hila, kuvareseptorin herkkyys, fokus-filmi -etäisyys (FFD), anodilautasen kulma, takaisinsirontakerroin sekä säteilyntuotto.

Tutkimusaineisto tallennettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmaa käyttäen havaintomatriiksiksi. Lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa aiheutuneet elinkohtaiset- ja efektiiviset annokset laskettiin PCXMC (A PC-based Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations)-annoslaskentaohjelman versiolla PCXMC 2.0. Tulokset analysoitiin Tixel 10 -tilastolaskentaohjelmalla. Tutkimusaineistosta tulostettiin kuvioita ja taulukoita, jotka perustuivat tutkimusongelmiin. Pinta-annoksen sekä annoksen ja pinta-alan tulon kuviot tulostettiin Säteilyturvakeskuksen valmiille pohjalle, jolla voitiin verrata lasten keuhkojen röntgentutkimuksen säteilyannoksia vertailutasokäyriin. Lasten keuhkojen röntgentutkimusten vertailutasot on annettu vertailutasokäyrinä, jotka kuvaavat vertailutason potilaan annoksen ja paksuuden funktiona (STUK 2005b, 1).

Tämän opinnäytetyön tuloksissa elinkohtaiset ja efektiiviset annokset esitettiin laatikko-jana -kuvioina. Laatikko-jana -kuviossa laatikon yläreuna kuvaa yläkvartiilin ja alareuna kuvaa alakvartiilin, joten laatikkoon sijoittuu 50% havainnoista. Laatikko-jana -kuviossa laatikosta lähtevät janat ulottuvat pienimpään ja suurimpaan havaintoon asti. Laatikko-jana -kuviossa laatikon sisällä oleva piste kuvaa havaintojen mediaania. Laatikko-jana -kuvioista tulostettiin lisäksi transponoitu taulukko. (Ernvall, Ernvall & Kaukkila 2002, 50.)

Mediaani (Md) on havaintoaineiston keskimäinen havainto. Mediaani jakaa havaintoaineiston puoliksi siten, että toinen osa on mediaania suurempia ja toinen osa on mediaania pienempiä. Vaihteluväli kuvaa aineiston pienimmän ja suurimman havainnon. Mediaanin lisäksi voidaan määrittää fraktiileja. Fraktiilit ovat sijaintilukuja, jotka antavat lisätietoa jakaumasta. Yleisimmin käytettyjä fraktiileja ovat ala- ja yläkvartiili. Alakvartiili käsittää 25% ja yläkvartiili käsittää 75% havaintoarvoista. (Holopainen & Pulkinen 2003,76, 80-81, 83.)



## 9 TUTKIMUSTULOKSET

### 9.1 Radiologinen laitetekniikka lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa

Taulukossa 3 on esitetty Euroopan Unionin ja Säteilyturvakeskuksen suositukset radiologisesta laitetekniikasta lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP-projektioissa sekä Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä kiinteällä laitteella käytössä oleva radiologinen laitetekniikka AP-projektioissa (taulukko 3).

Taulukossa 4 on esitetty Euroopan Unionin ja Säteilyturvakeskuksen antamat suositukset radiologisesta laitetekniikasta lasten keuhkojen röntgentutkimuksen LAT-projektioissa sekä Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä kiinteällä laitteella käytössä oleva radiologinen laitetekniikka LAT-projektioissa (taulukko 4).

Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä käytetyssä radiologisessa laitetekniikassa eroavaisuuksia löytyi kuvausjännitteessä. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä kiinteällä laitteella suoritettujen lasten keuhkojen röntgentutkimuksissa käytetty kuvausjännite vaihteli välillä 96 kV – 116 kV.

TAULUKKO 3. Euroopan Unionin ja Säteilyturvakeskuksen suositukset radiologisesta laitetekniikasta lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP -projektioissa sekä Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä kiinteällä laitteella käytössä oleva radiologinen laitetekniikka AP- projektioissa. (European Commission 1996a; STUK 2005a, 4-7).

Radiologinen laite	Thorax AP-projektio, EU-suositukset	Thorax AP-projektio, STUK suositukset	Thorax AP-projektio, PSHP
Potilaan asento	seisten/maaten	seisten/maaten	seisten
Laite	Pöytä tai pystyteline, iästä riippuen	Pöytä tai pystyteline	Carestream Rad-60, pystyteline
Fokuskoko (mm)	0,6 ( $\leq$ 1,3)	0,6 ( $\leq$ 1,3)	0,6
Kokonaissuodatus (mm) -Kiinteä suodatus -Lisäsuodatus	1mmAl+ 0,1 tai 0,2mmCu	lisäsuodatuksena mielellään kuparia, jos valittavissa	3,7mmAl+ 0,1mmCu 2,7mmAl 1mmAl+ 0,1mmCu
Hila r=8; 40cm	vain erityisindikaatiolla ja kasvuikäisillä	pääsääntöisesti ilman hilaa	ei hilaa
Filmi- vahvistuslevy-yhdistelmän suhteellinen nopeus/detektorin herkkyys	400-800	-	ei nimettynä herkkyyttä
FFD (Fokus-Film-Distance)	180 (140-200) cm	200cm	200cm
Kuvausjännite	60kV-80kV (100kV-150kV hilan kanssa vanhemmille lapsille)	115kV-125kV, lapsen koon mukaan	< 20 kg, 105 kV - 110 kV < 40 kg, 110 kV - 115 kV
Valotusautomaatti	sivukammiot; ei suositellusti imeväisille eikä pienille lapsille	käytetään, jos lapsen rintakehä peittää kaikki mittakammiot	ei käytetty
Sähkömäärä	-	1 vuosi 0,5-1,5 mAs 5 vuotta 0,5-2 mAs 10 vuotta (hilan kanssa) automaattilla	< 20 kg, 1 mAs - 1,2 mAs < 40 kg, 1,2 mAs - 1,6 mAs
Sädesuojat	lyijysuoja vatsan suojaksi välittömästi säteilykeilan reunaan	lyijysuoja välittömästi säteilykeilan reunaan	lyijysuoja vatsan suojaksi välittömästi säteilykeilan reunaan

TAULUKKO 4. Euroopan Unionin ja Säteilyturvakeskuksen suositukset radiologisesta laitetekniikasta lasten keuhkojen röntgentutkimuksen LAT -projektioissa sekä Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä kiinteällä laitteella käytössä oleva radiologinen laitetekniikka LAT- projektioissa. (European Commission 1996a; STUK 2005a, 4-7).

Radiologinen laite	Thorax LAT-projektio, EU-suositukset	Thorax LAT-projektio, STUK suositukset	Thorax LAT-projektio, PSHP
Potilaan asento	seisten/maaten	seisten/maaten	seisten
Laite	Pöytä tai pystyteline, iästä riippuen	Pöytä tai pystyteline	Carestream Rad-60, pystyteline
Fokuskoko (mm)	0,6 ( $\leq$ 1,3)	0,6 ( $\leq$ 1,3)	0,6
Kokonaissuodatus (mm) -Kiinteä suodatus -Lisäsuodatus	1mmAl+ 0,1 tai 0,2mmCu	lisäsuodatuksena mielellään kuparia, jos valittavissa	3,7mmAl+ 0,1mmCu 2,7mmAl 1mmAl+ 0,1mmCu
Hila r=8; 40cm	vain erityisindikaatiolla ja kasvuikäisillä	pääsääntöisesti ilman hilaa	ei hilaa
Filmi- vahvistuslevy-yhdistelmän suhteellinen nopeus/detektorin herkkyys	400-800	-	ei nimettynä herkkyyttä
FFD (Fokus-Film-Distance)	180 (140-200) cm	200cm	200cm
Kuvausjännite	60kV-80kV (100kV-150kV hilan kanssa vanhemmille lapsille)	115kV-125kV, lapsen koon mukaan	< 20 kg, 105 kV - 110 kV < 40 kg, 110 kV - 115 kV
Valotusautomaatti	sivukammiot; ei suositellusti imeväisille eikä pienille lapsille	käytetään, jos lapsen rintakehä peittää kaikki mittakammiot	ei käytetty
Sähkömäärä	-	1 vuosi 0,5-1,5 mAs 5 vuotta 0,5-2 mAs 10 vuotta (hilan kanssa) automaattilla	< 20 kg, 1 mAs - 1,2 mAs < 40 kg, 1,2 mAs - 1,6 mAs
Sädesuojat	lyijysuoja vatsan suojaksi välittömästi säteilykeilan reunaan	lyijysuoja välittömästi säteilykeilan reunaan	lyijysuoja vatsan suojaksi välittömästi säteilykeilan reunaan

## 9.2 Taustatiedot kohderyhmästä

Tutkimusaineisto kerättiin Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä aikavälillä 25.5. – 24.9.2012. Tutkimusaineisto koostui kymmenestä alle 10-vuotiaasta, keuhkojen röntgentutkimukseen tulleesta lapsesta. Tutkimusaineistoon kuului kahdeksan poikaa ja kaksi tyttöä.

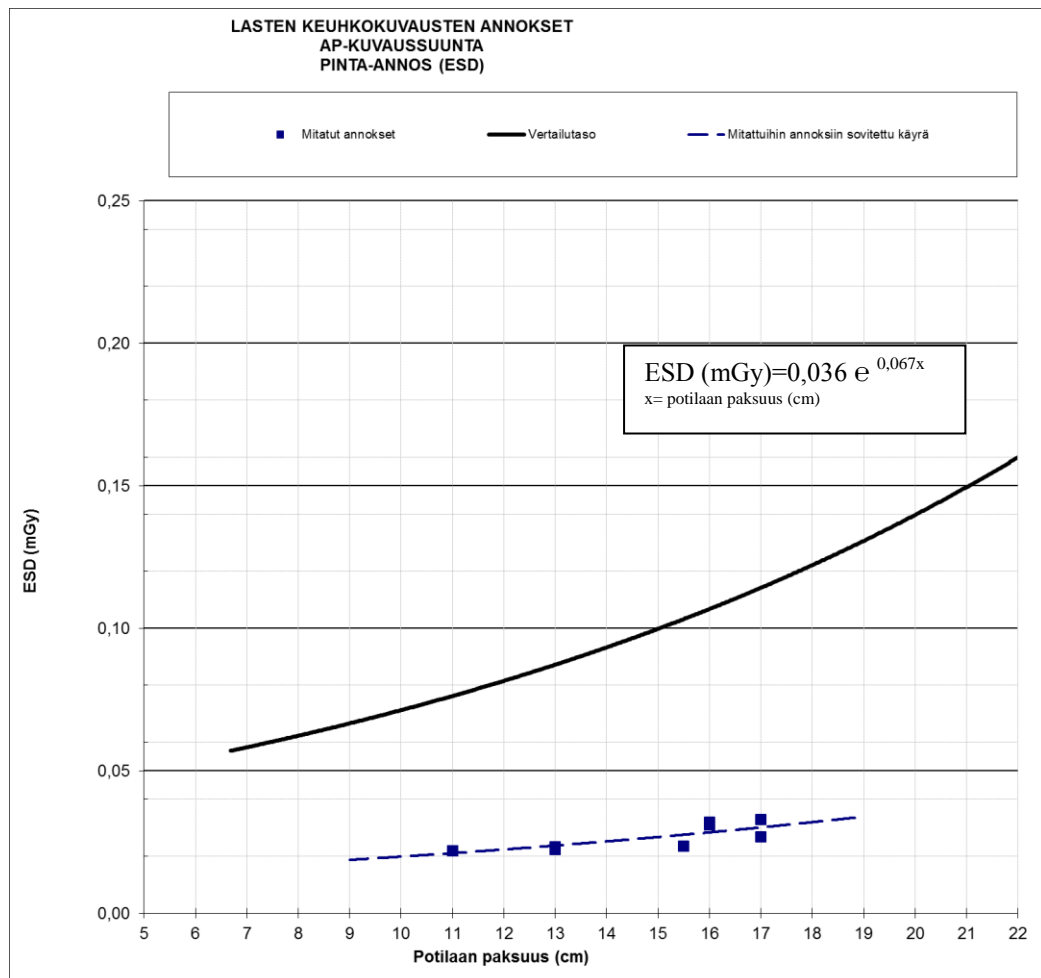
Potilaille suoritettiin keuhkojen röntgentutkimus, johon kuului kaksi natiiviröntgenkuvaa, AP- ja LAT-projektioita. Tutkimukseen osallistuneiden potilaiden iät vaihtelivat välillä 0-8 vuotta, pituudet vaihtelivat välillä 51 cm -140 cm ja painot välillä 3,8 kg – 36,5 kg. Potilaiden rintakehän paksuudet AP-projektiossa vaihtelivat välillä 11 cm – 17 cm, LAT-projektiossa potilaiden rintakehän paksuudet välillä 14 cm – 27,5 cm. Kaikilla tutkimusaineiston potilailla käytettiin lyijyä sisältävää sädesuojaa välittömästi säteilykentän reunassa.

Lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa käytetyt kuvausjännitteet vaihtelivat välillä 96 kV – 110 kV ja sähkömäärät vaihtelivat välillä 1,1 mAs – 1,6 mAs. Tässä opinnäytetyössä säteilyntuotto laskettiin erikseen kaikille tutkimuksissa käytetyille kuvausjännitteille. Kuviossa 9 (liite 4; kuvio 9), on määritetty säteilyntuotto ( $\mu\text{Gy/mAs}$ ) kuvausjännitettä kohden ilman lisäsuodatuksesta aiheutuvaa vaimennusta. Tässä opinnäytetyössä laskettiin säteilyntuotolle lisäsuodatuksesta aiheutuvan vaimennuskertoimen Carestream Rad-60 -radiologisen laitteen säteilyntuottopöytäkirjan tietojen avulla.

### 9.3 Pinta-annos lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa

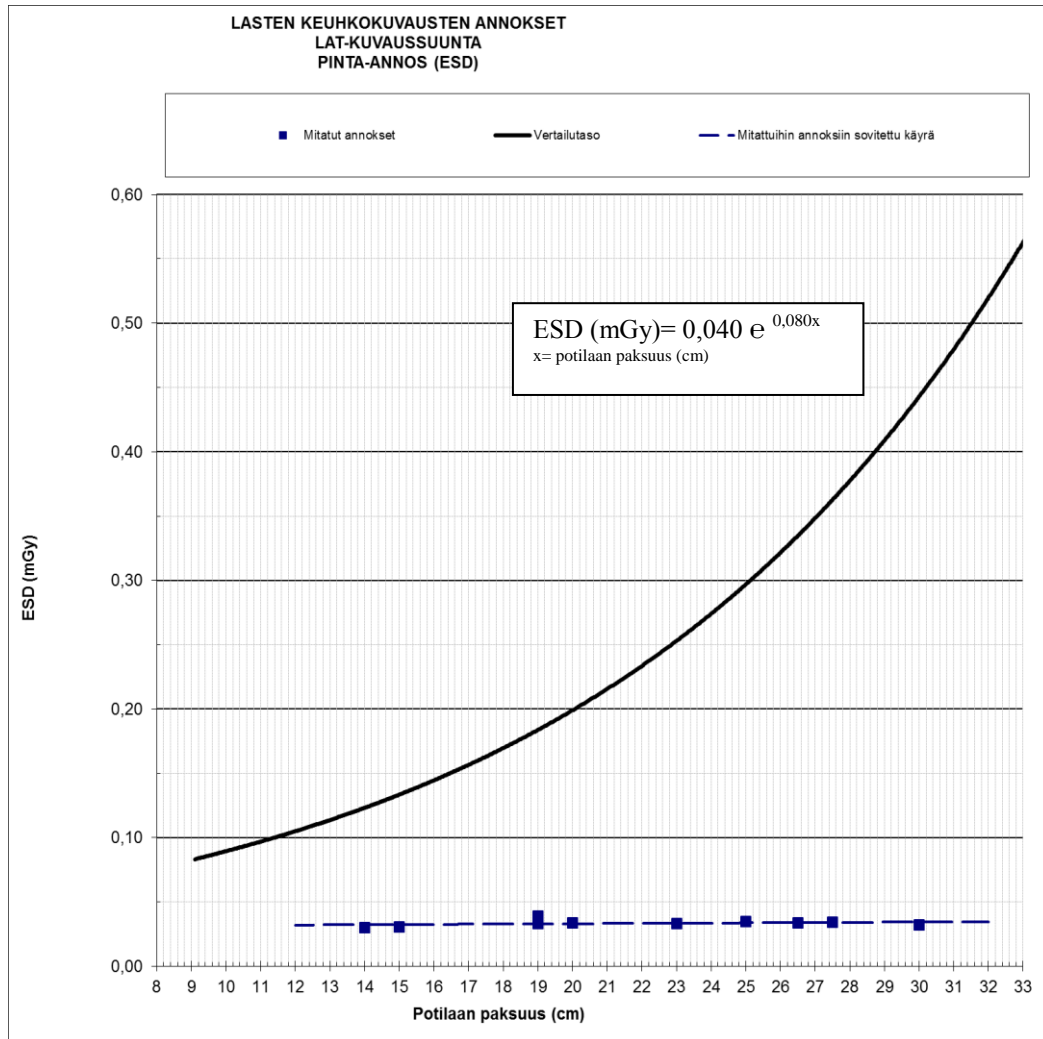
Kuviossa 1 on esitetty lasten keuhkojen röntgentutkimuksesta aiheutuneet pinta-annokset (ESD) suhteutettuna Säteilyturvakeskuksen antamaan vertailutasokäyrään. Vertailutasokäyrä kuvaa lasten keuhkojen röntgentutkimuksesta aiheutuneet pinta-annokset annoksen ja paksuuden funktiona.

Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä suoritetuista lasten keuhkojen röntgentutkimuksista aiheutuneet pinta-annokset AP-projektiossa vaihtelivat välillä 0,0218 mGy – 0,0329 mGy (taulukko 5). Pinta-annosten keskiarvo AP-projektiossa oli 0,026 mGy (liite 5; taulukko 7).



KUVIO 1. Pinta-annos (mGy) lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP-projektiossa, annoksen ja paksuuden funktiona.

Kuviossa 2 on esitetty Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä suoritetuista lasten keuhkojen röntgentutkimuksista aiheutuneita pinta-annoksia. Pinta-annokset lasten keuhkojen röntgentutkimuksen LAT-projektiossa vaihtelivat välillä 0,0300 mGy – 0,0391 mGy (taulukko 6). Pinta-annosten keskiarvo LAT-projektiossa oli 0,033 mGy (liite 5; taulukko 7).

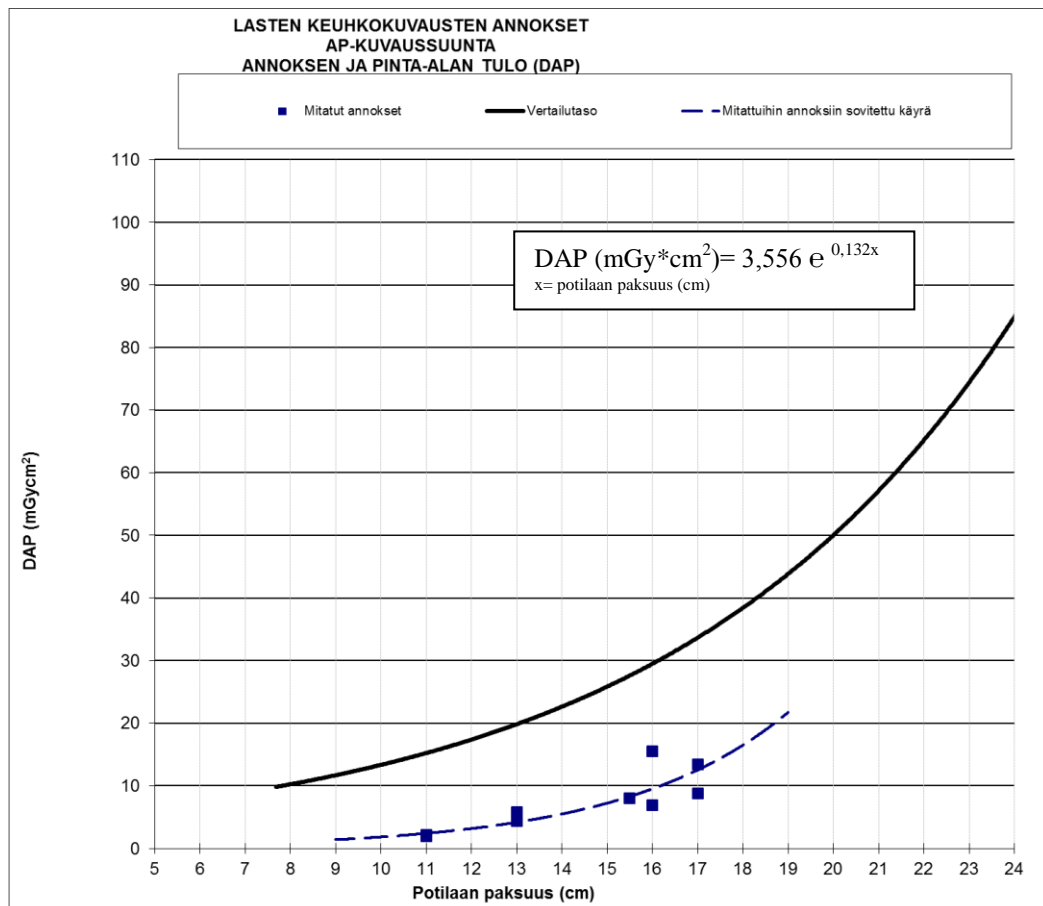


KUVIO 2. Pinta-annos (mGy) lasten keuhkojen röntgentutkimuksen LAT-projektiossa, annoksen ja paksuuden funktiona.

#### 9.4 Annoksen ja pinta-alan tulo lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa

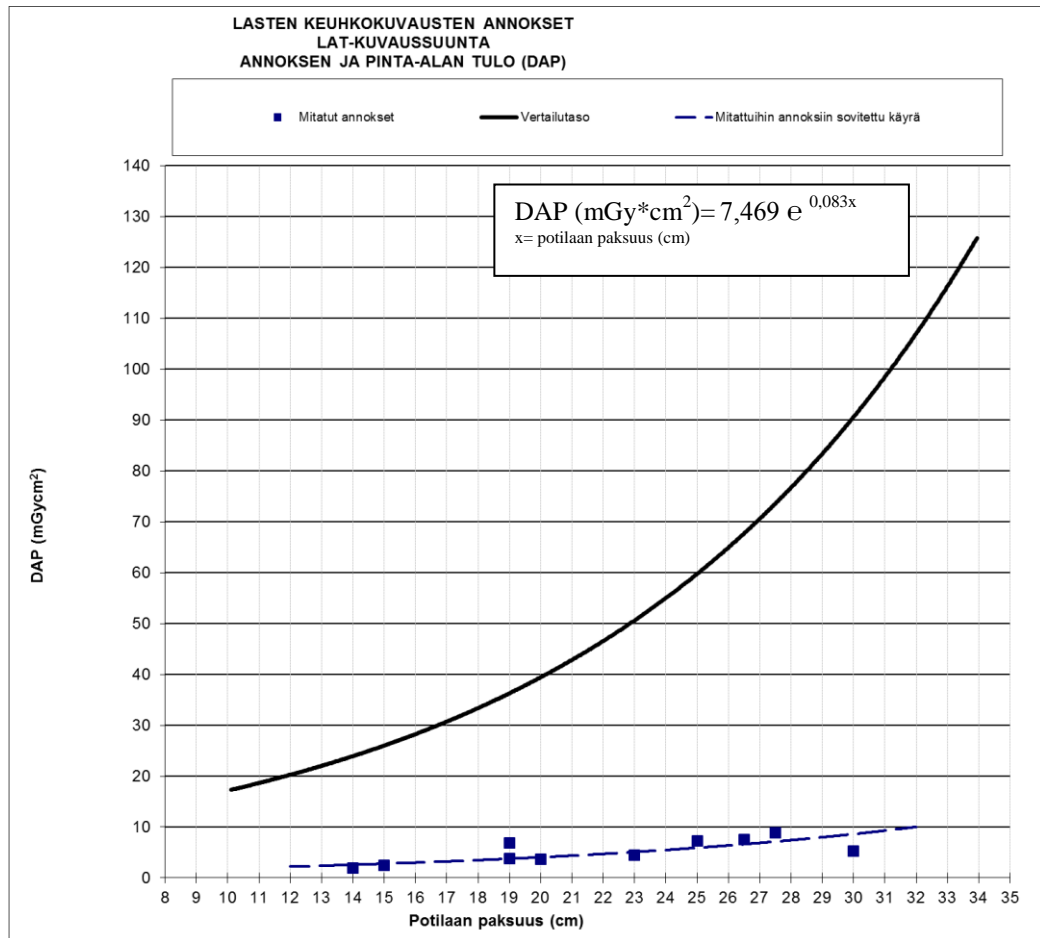
Kuvioissa 3 on esitetty lasten keuhkojen röntgentutkimuksesta aiheutuneet annoksen ja pinta-alan tulot (DAP) suhteutettuna Säteilyturvakeskuksen antamaan vertailutasokäyrään. Vertailutasokäyrä kuvaa lasten keuhkojen röntgentutkimuksesta aiheutuneet pinta-annokset annoksen ja paksuuden funktiona.

Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä suoritetuista lasten keuhkojen röntgentutkimuksista aiheutuneet annoksen ja pinta-alan tulot AP-projektiossa vaihtelivat välillä 1,9 mGy\*cm<sup>2</sup> – 15,5 mGy\*cm<sup>2</sup> (taulukko 5). Annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvo LAT-projektiossa oli 7,16 mGy\*cm<sup>2</sup> (liite 5; taulukko 7).



KUVIO 3. Annoksen ja pinta-alan tulo (mGy\*cm<sup>2</sup>) lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP-projektiossa, annoksen ja paksuuden funktiona.

Kuviossa 4 on esitetty Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä suoritetuista lasten keuhkojen röntgentutkimuksista aiheutuneita annoksen ja pinta-alan tuloja. Annoksen ja pinta-alan tulot lasten keuhkojen röntgentutkimuksen LAT-projektiossa vaihtelivat välillä  $1,9 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2 - 8,9 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$  (taulukko 6). Annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvo LAT-projektiossa oli  $5,2 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2$  (liite 5; taulukko 7).



KUVIO 4. Annoksen ja pinta-alan tulo ( $\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$ ) lasten keuhkojen röntgentutkimuksen LAT-projektiossa, annoksen ja paksuuden funktiona.



### 9.5 Yhteenveto lasten keuhkojen röntgentutkimuksen säteilyannoksista

Taulukossa 5 on tämän opinnäytetyön yhteenveto lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP-projektion säteilyannoksista (taulukko 5). Taulukossa 5 on esitetty potilaskohtaisesti paino, paksuus, kuvauksessa käytetty kuvausjännite, kuvauksessa käytetty sähkömäärä, tutkimuksesta aiheutunut pinta-annos sekä annoksen ja pinta-alan tulo.

TAULUKKO 5. Yhteenveto lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP-projektion kuvausparametreista ja säteilyannoksista.

Potilas	Paino (kg)	Paksuus (cm)	kV	mAs	ESD (mGy)	DAP (mGy*cm <sup>2</sup> )
1.	3,8	11	96	1,2	0,0218	2,1
2.	3,9	11	96	1,2	0,0218	1,9
3.	6,9	13	99	1,2	0,0233	4,8
4.	7,7	13	99	1,2	0,0233	4,4
5.	14	13	96	1,2	0,0223	5,8
6.	16	16	108	1,2	0,0310	6,9
7.	20,5	17	105	1,1	0,0268	8,8
8.	22,6	15,5	98	1,2	0,0236	8,0
9.	27	17	100	1,6	0,0329	13,4
10.	36,5	16	99	1,6	0,0320	15,5

Taulukossa 6 on tämän opinnäytetyön yhteenveto lasten keuhkojen röntgentutkimuksen LAT-projektion säteilyannoksista (taulukko 6). Taulukossa 6 on esitetty potilaskohtaisesti paino, paksuus, kuvauksessa käytetty kuvausjännite, kuvauksessa käytetty sähkömäärä sekä tutkimuksesta aiheutunut pinta-annos ja annoksen ja pinta-alan tulo.

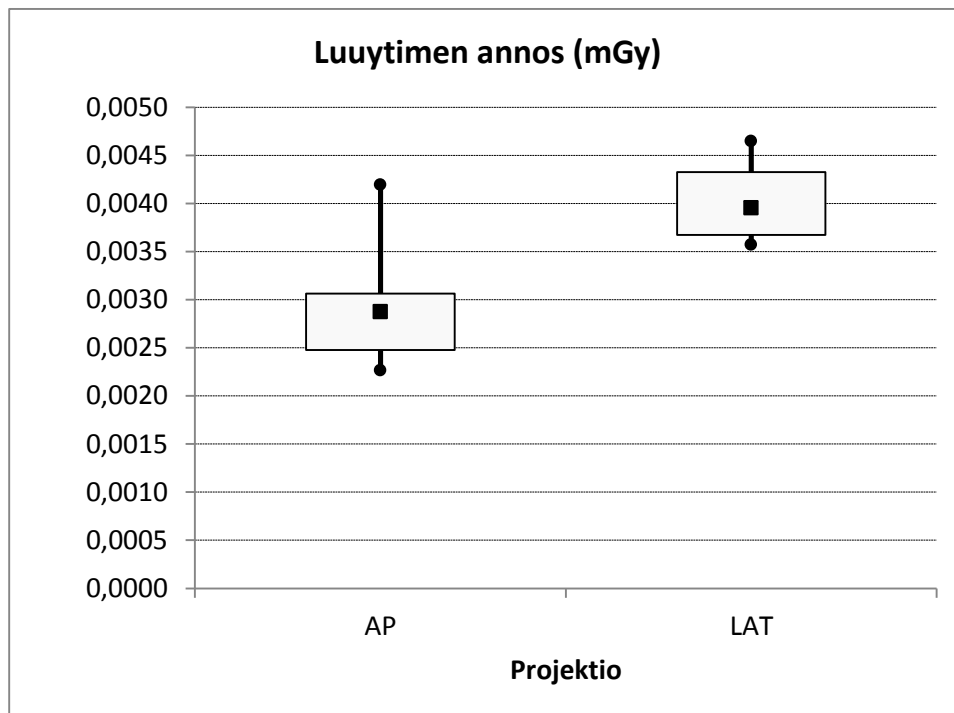
TAULUKKO 6. Yhteenveto lasten keuhkojen röntgentutkimuksen LAT-projektion kuvausparametreista ja säteilyannoksista.

Potilas	Paino (kg)	Paksuus (cm)	kV	mAs	ESD (mGy)	DAP (mGy*cm <sup>2</sup> )
1.	3,8	14	96	1,6	0,0300	1,9
2.	3,9	15	96	1,6	0,0304	2,5
3.	6,9	19	99	1,6	0,0331	3,8
4.	7,7	20	99	1,6	0,0335	3,6
5.	14	23	96	1,6	0,0332	4,4
6.	16	19	110	1,4	0,0391	6,8
7.	20,5	30	106	1,1	0,0319	5,3
8.	22,6	25	98	1,6	0,0350	7,3
9.	27	26,5	102	1,4	0,0338	7,5
10.	36,5	27,5	102	1,4	0,0342	8,9

## 9.6 Luuytimen annos lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa

Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP- projektiossa luuytimen saama annos oli keskimäärin (Md) 0,0029 mGy vaihteluvälin ollessa 0,0023 mGy - 0,0042 mGy (liite 5; taulukko 8).

Lasten keuhkojen röntgentutkimuksen LAT- projektiossa luuytimen saama annos oli keskimäärin (Md) 0,0040 mGy vaihteluvälin ollessa 0,0036 mGy - 0,0046 mGy (liite 5; taulukko 8). Kuviossa 5 on lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP- ja LAT- projektioiden luuytimen annokset.

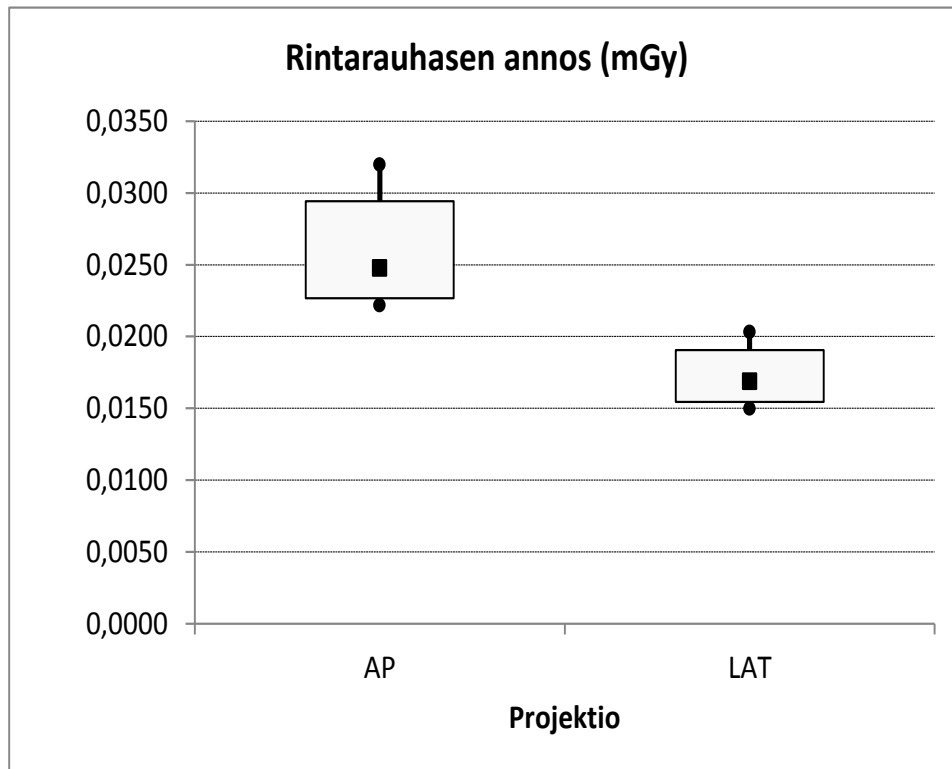


KUVIO 5. Luuytimen annos (mGy) lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa projektioitain.

### 9.7 Rintarauhasen annos lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa

Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP- projektiossa rintarauhasen saama annos oli keskimäärin (Md) 0,0248 mGy vaihteluvälin ollessa 0,0222 mGy - 0,0320 mGy (liite 5; taulukko 9).

Lasten keuhkojen röntgentutkimuksen LAT- projektiossa rintarauhasen saama annos oli keskimäärin (Md) 0,0169 mGy vaihteluvälin ollessa 0,0150 mGy - 0,0203 mGy (liite 5; taulukko 9). Kuviossa 6 on lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP- ja LAT- projektioiden rintarauhasen annokset.

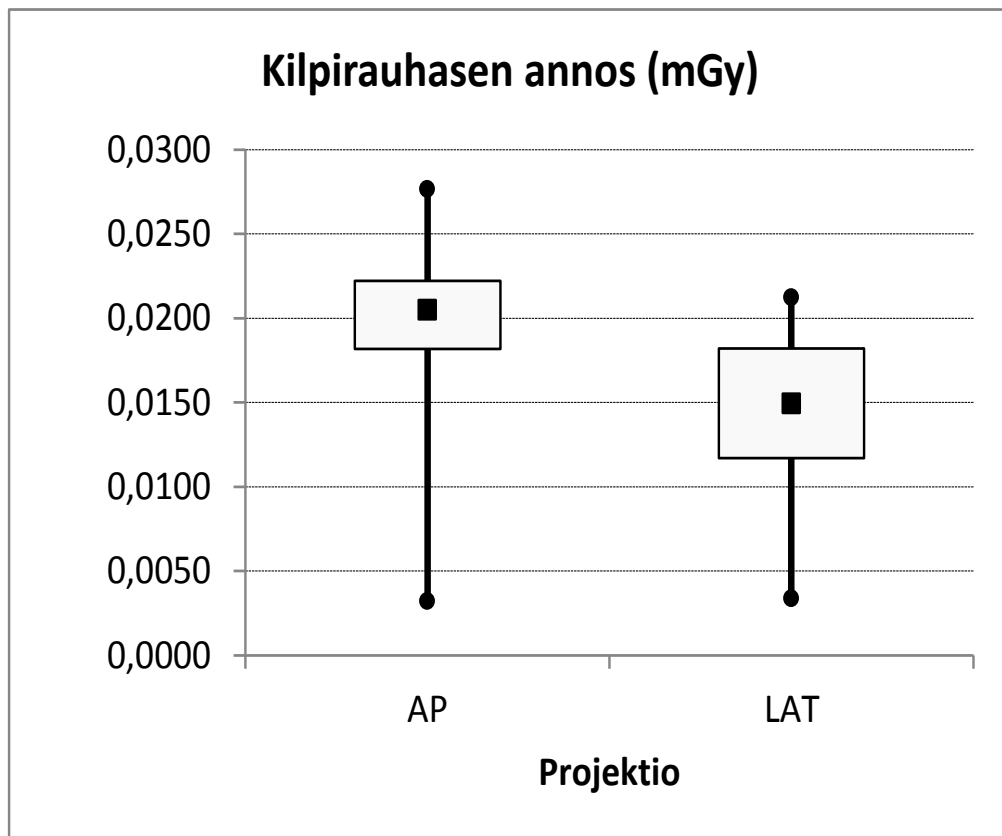


KUVIO 6. Rintarauhasen annos (mGy) lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa projektioittain.

### 9.8 Kilpirauhasen annos lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa

Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP- projektiossa kilpirauhasen saama annos oli keskimäärin (Md) 0,0205 mGy vaihteluvälin ollessa 0,0032 mGy - 0,0276 mGy (liite 5; taulukko 10).

Lasten keuhkojen röntgentutkimuksen LAT- projektiossa kilpirauhasen saama annos oli keskimäärin (Md) 0,0149 mGy vaihteluvälin ollessa 0,0034 mGy - 0,0212 mGy (liite 5; taulukko 10). Kuviossa 7 on lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP- ja LAT- projektioiden kilpirauhasen annokset.

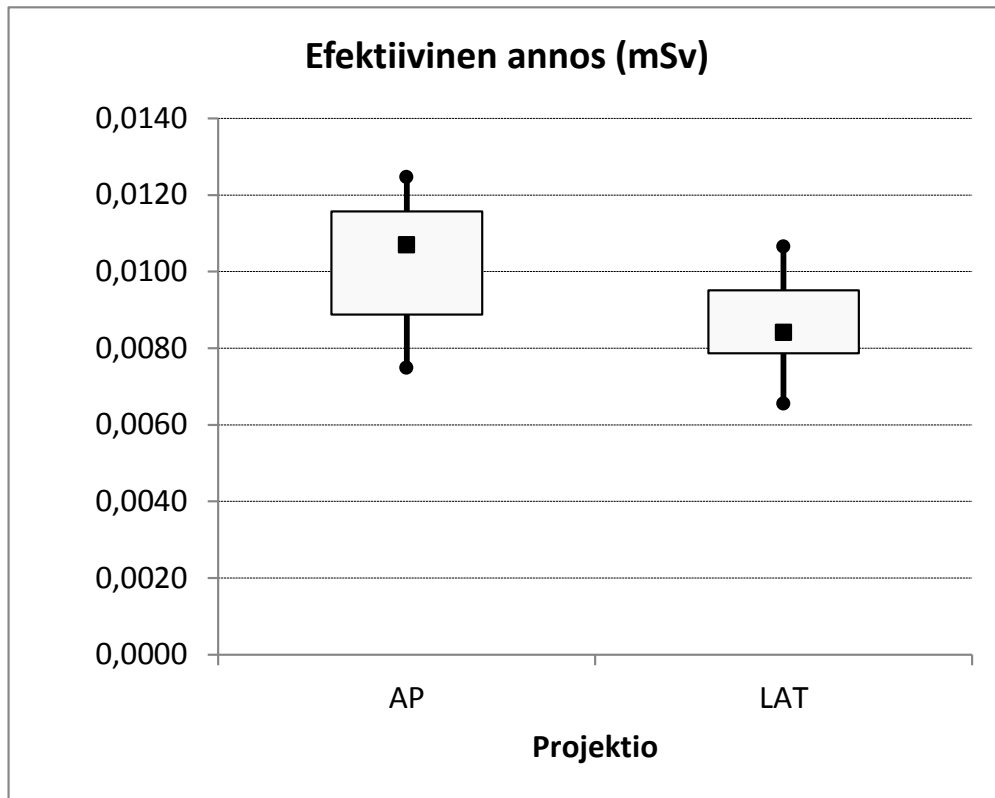


KUVIO 7. Kilpirauhasen annos (mGy) lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa.

### 9.9 Efektiivinen annos lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa

Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP- projektiossa efektiivinen annos oli keskimäärin (Md) 0,0107 mSv vaihteluvälin ollessa 0,0075 mSv - 0,0125 mSv (liite 5; taulukko 11).

Lasten keuhkojen röntgentutkimuksen LAT- projektiossa efektiivinen annos oli keskimäärin (Md) 0,0084 mSv vaihteluvälin ollessa 0,0065 mSv - 0,0107 mSv (liite 5; taulukko 11). Kuviossa 8 on lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP- ja LAT- projektioiden efektiiviset annokset.



KUVIO 8. Efektiivinen (mSv) annos lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa.

## 10 POHDINTA

### 10.1 Opinnäytetyön tulosten pohdinta

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin, minkä suuruisia pinta-annoksia (ESD) sekä annoksen- ja pinta-alan tuloja (DAP) lapset saivat keuhkojen röntgentutkimuksen AP- ja LAT-projektioissa, sekä miten vertailutasot toteutuivat Suomen suositusten mukaan. Tavoitteena oli saada tietoa lasten saamista säteilyannoksista keuhkojen röntgentutkimuksessa. Tutkimusaineisto kerättiin Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä kiinteällä laitteella tehtävistä tutkimuksista. Tutkimusaineisto koostui alle 10-vuotiaista, keuhkojen röntgentutkimukseen tulleista lapsista. (Liite 1.)

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin, millaista radiologista laitetekniikkaa Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä käytettiin kiinteällä röntgenlaitteella suoritetuissa lasten keuhkojen röntgentutkimuksissa. Kerättyä aineistoa verrattiin Euroopan Unionin ja Säteilyturvakeskuksen antamiin suosituksiin radiologisesta laitetekniikasta. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä kiinteällä laitteella suoritettujen lasten keuhkojen röntgentutkimusten radiologinen laitetekniikka vastasi suurelta osin Euroopan Unionin ja Säteilyturvakeskuksen antamia suosituksia lasten keuhkojen röntgentutkimusten radiologisesta laitetekniikasta.

Kuvausarvojen optimoinnilla voidaan vähentää potilaan saamaa säteilyannosta. Kuvausarvot valitaan tutkimuskohtaisesti ja niihin vaikuttavat myös potilaan koko, ikä ja sairaus. (Henkilökunnan ja potilaan säteilysuojelu lääketieteellisessä säteilyn käytössä 2006, 23-25; Adler & Carlton 2012, 109-110.) Opinnäytetyön tutkimustulosten perusteella Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä alle 10-vuotiaiden lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa käytetty kuvausjännite oli suurempi kuin Euroopan Unionin suositus (taulukko 3). Euroopan Unionin suositusten mukaan lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa käytettävän kuvausjännitteen tulee olla välillä 60 kV – 80 kV. Säteilyturvakeskuksen suositusten mukaan lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa käytettävä kuvausjännite tulee olla välillä 115 kV – 125 kV. Opinnäytetyön tutkimustulosten perusteella näyttäisi siltä, että alle 10-vuotiaiden lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP- ja LAT -projektioissa käytetty kuvausjännite oli Säteilyturva-

keskuksen suositusta pienempi ja käytetty sähkömäärä oli suositusten ylärajoilla (taulukko 3, taulukko 4).

Kuvausetäisyyttä kasvattamalla pienennetään potilaan ihoannosta, sillä säteily vaimenee etäisyyden kasvaessa (Henkilökunnan ja potilaan säteilysuojelu lääketieteellisessä säteilyn käytössä 2006, 23-25; Adler & Carlton 2012, 109-110). Opinnäytetyön tutkimustulosten perusteella Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa käytetty kuvausetäisyys vastasi Euroopan Unionin ja Säteilyturvakeskuksen suosituksia (taulukko 3, taulukko 4).

Oikealla suodatuksella minimoidaan potilaaseen absorboituvan pehmeän säteilyn määrä. Se, mitä suodatusta (mmAl, mmCu) käytetään, riippuu tutkimuksesta. (Henkilökunnan ja potilaan säteilysuojelu lääketieteellisessä säteilyn käytössä 2006, 23-25; Adler & Carlton 2012, 109-110.) Opinnäytetyön tutkimustulosten perusteella Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa käytetty suodatus vastasi Euroopan Unionin ja Säteilyturvakeskuksen suosituksia (taulukko 3, taulukko 4).

Radiologiseen laitetekniikkaan liittyvän säteilysuojelun lisäksi potilasta voidaan suojata säteilyltä myös sädesuojia käyttäen. Sädesuojaa on käytettävä aina, jos sädeherkät elimet ovat lähellä primäärikenttää. (Henkilökunnan ja potilaan säteilysuojelu lääketieteellisessä säteilyn käytössä 2006, 23-25; Adler & Carlton 2012, 109-110.) Lyijyä sisältäviä säteilysuojia tulee käyttää aivan säteilykentän reunassa, koska yli 4 cm etäisyydellä reunasta suojaava vaikutus häviää (STUK 2005a, 4; Paasio 2008, 25-26). Opinnäytetyön tutkimustulosten perusteella Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskuksen röntgenyksikössä suoritettussa lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa sädesuojien käyttöä koskevat käytännöt vastasivat Euroopan Unionin ja Säteilyturvakeskuksen suosituksia (taulukko 3, taulukko 4). Opinnäytetyön tutkimusaineiston kaikilla potilailla käytettiin lyijyä sisältävää sädesuojaa välittömästi säteilykentän reunassa.

Iivosen ja Iksen (2007) tekemässä opinnäytetyössä 0-28 päivän ikäisillä lapsilla pinta-annosten keskiarvo AP-projektiossa oli 0,027 mGy ja annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvo AP-projektiossa oli 2,920 mGy\*cm<sup>2</sup>. Tässä opinnäytetyössä tutkimusaineiston pinta-annosten keskiarvo lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP-projektiossa oli



0,026 mGy ja annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvo lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP-projektiossa oli 7,16 mGy\*cm<sup>2</sup>. Tässä opinnäytetyössä alle 10-vuotiaiden lasten pinta-annosten keskiarvo oli pienempi ja annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvo oli suurempi kuin Iivosen ja Ikosen (2007) tutkimuksessa saadut pinta-annosten ja annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvot.

Karvosen, Kunnarin ja Savolaisen (2007) tekemässä opinnäytetyössä 5-10-vuotiaiden lasten keuhkojen röntgentutkimusten huoneessa 1 ilman hilaa saatujen pinta-annosten keskiarvo PA- projektiossa oli 0,03 mGy ja LAT-projektiossa 0,10 mGy. Huoneessa 2 ilman hilaa saatujen pinta-annosten keskiarvo PA- projektiossa oli 0,03 mGy ja LAT-projektiossa 0,06 mGy. Tässä opinnäytetyössä pinta-annosten keskiarvo lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP-projektiossa oli 0,026 mGy ja pinta-annosten keskiarvo lasten keuhkojen röntgentutkimuksen LAT-projektiossa oli 0,033 mGy. Tässä opinnäytetyössä alle 10-vuotiaiden lasten pinta-annosten keskiarvot jäivät Karvosen, Kunnarin ja Savolaisen (2007) tekemässä opinnäytetyössä saatujen pinta-annosten keskiarvojen alapuolelle.

Karvosen, Kunnarin ja Savolaisen (2007) mukaan huoneessa 1 ilman hilaa saatujen annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvo PA- projektiossa oli 4 mGy\*cm<sup>2</sup> ja LAT-projektiossa 6 mGy\*cm<sup>2</sup>. Huoneessa 2 ilman hilaa saatujen annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvo PA-projektiossa oli 35 mGy\*cm<sup>2</sup> ja LAT-projektiossa 56 mGy\*cm<sup>2</sup>. Tässä opinnäytetyössä alle 10-vuotiaiden lasten keuhkojen röntgentutkimuksen annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvo AP-projektiossa oli 7,16 mGy\*cm<sup>2</sup> ja annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvo lasten keuhkojen röntgentutkimuksen LAT-projektiossa oli 5,2 mGy\*cm<sup>2</sup>.

Juntusen ja Sippolan (2005) tekemässä opinnäytetyössä 1- alle 5-vuotiaiden lasten keuhkojen röntgentutkimusten, huoneessa 1 saatujen, pinta-annosten keskiarvo AP-projektiossa oli 0,015 mGy ja LAT-projektiossa keskiarvo oli 0,024 mGy. Huoneessa 2 saatujen pinta-annosten keskiarvo AP-projektiossa oli 0,025 mGy ja LAT-projektiossa keskiarvo oli 0,036 mGy. Tässä opinnäytetyössä alle 10-vuotiaiden lasten keuhkojen röntgentutkimusten pinta-annosten keskiarvo AP-projektiossa oli 0,026 mGy ja pinta-annosten keskiarvo LAT-projektiossa oli 0,033 mGy. Tämän opinnäytetyön tutkimustu-

lostien perusteella pinta-annosten keskiarvot olivat suurempia kuin Juntusen ja Sippolan (2005) tutkimuksessa saadut pinta-annosten keskiarvot.

Opinnäytetyön tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että pinta-annokset ja annoksen ja pinta-alan tulot jäivät kaikki selvästi Säteilyturvakeskuksen lasten keuhkojen röntgentutkimukselle asettamien vertailutasojen alapuolelle. Tässä työssä esitettyjä pinta-annoksia sekä annoksen ja pinta-alan tuloja on verrattu vertailutasojen lisäksi myös aikaisemmin tehtyihin tutkimuksiin lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa saamista säteilyannoksista. Opinnäytetyön tutkimustulosten perusteella potilaan koolla ei näyttäisi olevan suurta merkitystä potilaan saamaan pinta-annokseen. Lasten keuhkojen röntgentutkimuksen AP-projektiosta aiheutuneet pinta-annokset noudattelivat Säteilyturvakeskuksen antamaa vertailutasokäyrää (kuvio 1). LAT -projektiosta aiheutuneet pinta-annokset eivät näyttäisi noudattavan Säteilyturvakeskuksen antamaa vertailutasokäyrää (kuvio 2). Opinnäytetyön tutkimustulosten perusteella annoksen ja pinta-alan tulo kasvaa potilaan koon kasvaessa, koska kenttäkoko muuttuu.

## 10.2 Opinnäytetyön luotettavuus

Hirsjärven (2009) mukaan tutkimuksen validiteetti tarkoittaa tutkimusmenetelmän kykyä mitata sitä mitä pitääkin mitata. Tutkimuksen reliabelius tarkoittaa Hirsjärven (2009) mukaan sitä, että mittaustulokset ovat toistettavissa. (Hirsjärvi 2009, 231.) Opinnäytetyössä mitattiin sitä mitä oli tarkoituskin mitata ja tutkimusjärjestelyt on mahdollista toistaa myöhemmin uudelleen. Opinnäytetyössä mitattiin lasten keuhkojen röntgentutkimuksesta aiheutuneita säteilyannoksia ja tutkimusjärjestelyt on mahdollista toistaa myöhemmin uudelleen. Tutkimusmenetelmänä käytettiin kvantitatiivista tutkimusmenetelmää, koska kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä sopii käytettäväksi, kun tutkittava tieto on mahdollista esittää numeerisessa muodossa. Kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus on tutkimusmenetelmä, jota käytetään melko usein sosiaali- ja yhteiskuntatieteitä käsittelevissä tutkimuksissa (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara 2007, 135–136).

Ennen aineistonkeruulomakkeen laatimista tutustuttiin laajasti tutkittavaa aihetta käsittelevään teoretiseen tietoon sekä tutkittavasta aiheesta tehtyihin aikaisempiin tutkimuksiin. Aineistonkeruulomake laadittiin Säteilyturvakeskuksen ohjeiden mukaisesti. Vastaavan-

laisia aineistonkeruulomakkeita testattiin aikaisemmin suoritettulla *Potilaan säteilyaltistuksen optimointi* -kurssilla. Tässä opinnäytetyössä käytetty aineistonkeruulomake tarkistutettiin opinnäytetyön seminaarissa opinnäytetyöntekijöiden opiskelutovereilla. Aineistonkeruulomake pyrittiin laatimaan mahdollisimman selkeäksi ja täsmälliseksi. Aineistonkeruulomakkeen täyttämistä kirjoitettiin ohje. Ohje aineistonkeruulomakkeen täyttämistä liitettiin röntgenlaitteella olevien aineistonkeruulomakkeiden yhteyteen. Mittavirheiden syntymistä pyrittiin minimoimaan opastamalla ja motivoimalla Kuvantamiskeskuksen röntgenhoitajia aineistonkeruulomakkeen täyttämiseen ennen aineistonkeruun aloittamista.

Tämän opinnäytetyön tutkimustulosten luotettavuuteen vaikutti se, että lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa aiheutuneita säteilyannoksia määritettiin käyttämällä kahta eri mittaamenetelmää: pinta-annos sekä annoksen ja pinta-alan tulo. Pinta-annos määritettiin laskennallisesti mittaustulosten perusteella ja annoksen ja pinta-alan tulo saatiin röntgenlaitteeseen asetetusta DAP-mittarista. Mittavirheiden minimoimiseksi Kuvantamiskeskuksen röntgenhoitajat ohjeistettiin aineistonkeruulomakkeen täyttämiseen ennen tutkimusaineiston keräämistä.

Vilkan (2007b) mukaan tutkimustietojen syöttö ja käsittely tulee tehdä huolellisesti ja tutkimuksen tekijän tulee varmistaa ja tarkistaa syötettyjen tietojen oikeellisuus ennen tietojen tallentamista (Vilka 2007b, 152-153). Tutkimusaineiston käsittelyvaiheessa tietojen syöttö Excel-taulukkolaskentaohjelmaan, PCXMC-annoslaskentaohjelmaan sekä Tixel 10 -tilastolaskentaohjelmaan tehtiin huolellisuutta noudattaen. Tutkimustiedot syötettiin Säteilyturvakeskuksen laatimaan valmiiseen pohjaan ja tällä tulostettiin pinta-annoksen sekä annoksen ja pinta-alan tulo kuvio. Valmiilla pohjalla voitiin verrata lasten keuhkojen röntgentutkimuksen säteilyannoksia vertailutasokäyriin. Opinnäytetyön rehellinen ja huolellinen toteutustapa vahvistaa sitä, että tutkimuksessa on noudatettu hyvää tieteellistä käytäntöä (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 23-25).

### 10.3 Opinnäytetyön eettisyys

Tutkimusaineisto kerättiin potilailta, jotka olivat tulossa lähetteen mukaiseen, oikeutettuun röntgentutkimukseen. Tutkimusaineiston kerääminen ei lisännyt potilaiden säteilyaltistusta, sillä säteilyannosten mittaukset kuuluvat kuvantamiskeskuksen normaaliin toimintaan. Säteilyturvakeskus velvoittaa mittaamaan röntgentutkimuksista aiheutuvia säteilyaltistuksia vähintään kerran kolmessa vuodessa. Säteilyaltistus tulee määrittää ainakin yhdellä annossuureella (DAP, ESD) kullekin tutkimustelineelle tyypillisellä tutkimuksella vähintään yhdessä kuvausprojektiossa. Lisäksi kerran vuodessa jokaisella kuvauslaitteella yhdessä kuvausprojektiossa tarkistetaan, ettei säteilyaltistus ole muuttunut merkittävästi. (STUK 2005b, 1.)

Tietosuoja velvoittaa tutkijaa huolehtimaan tutkittavien anonymiteetistä ja henkilötietojen suojaamisesta. Tutkija ei saa luovuttaa tutkittavien henkilötietoja asiattomien käsiin. (Vilka 2007b, 95.) Potilaista kerättiin vain sellaisia tietoja, joiden perusteella heitä ei voida jälkeempään tunnistaa tutkimustuloksista. Potilaat identifioitiin numeroin ja lomakkeisiin merkittiin vain potilaan sukupuoli, syntymävuosi, pituus ja paino. Kaikki lomakkeisiin kerätyt tiedot hävitettiin asianmukaisesti opinnäytetyön valmistuttua.

Opinnäytetyön eettisyyttä lisäsi Urkund-järjestelmän käyttö. Urkund on plagioinnin vastainen järjestelmä, joka vertaa opinnäytetyötä jo olemassa olevaan aineistoon (Internet, kustannettu materiaali ja opiskelijoiden materiaali). (Urkund, 2012.) Urkund-järjestelmän hyödyntäminen opinnäytetyön tarkastamisessa vahvisti sitä, että opinnäytetyö ei ole plagioitu.

### 10.4 Oppimiskokemukset ja jatkotutkimusehdotukset

Opinnäytetyön tekeminen on laajentanut osaamista potilaan säteilyaltistuksen optimoinnissa. Osaaminen on kehittynyt niin laitetekniikan kuin käytännön toiminnan kannalta. Opinnäytetyötä tehdessä perehdyttiin laajasti ja tarkasti kirjallisuuteen, röntgenhoitajan ammattia koskevaan lainsäädäntöön, asetuksiin sekä muihin julkaisuihin.

Opinnäytetyötä tehdessä kokemusta kertyi tutkimusaineiston keruussa, tutkimuslomakkeiden teossa, tiedonhaussa, Excel-taulukkolaskentaohjelman, Tixel-tilastolaskentaohjelman sekä PCXMC-annoslaskentaohjelman käytössä, havaintomatriisin laatimisessa ja aineiston analysoimisessa. Opinnäytetyöprosessin aikana yhteistyötaidot sekä parityöskentely kehittyivät. Opinnäytetyön laajuus ja vaativuus ovat kehittäneet ajankäytön suunnittelua. Opinnäytetyöprosessin aikana taidot tieteellisen tiedon lukemisessa ja tieteellisen tiedon kirjoittamisessa ovat kehittyneet. Opinnäytetyöprosessin loppuvaiheessa tuli ilmi, että tutkimusaineistoa kerätessä olisi pitänyt kerätä myös Exposure Index, koska detektorin herkkyyttä ei ollut enää saatavilla.

Jatkossa tämä sama tutkimus voitaisiin toistaa alle 10-vuotiailla lapsilla suuremmalla aineistolla keuhkojen röntgentutkimuksen AP-, PA- ja LAT-projektioissa. Säteilyannoksia voisi määrittää myös alle 10-vuotiailla lapsilla keuhkojen röntgentutkimuksessa liikuteltavilla radiologisilla laitteilla ja verrata saatuja säteilyannoksia kiinteällä radiologisella laitteella saatuihin säteilyannoksiin.

## LÄHTEET

97/43/EURATOM. COUNCIL DIREKTIVE of 30 june 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionizing radiation in relation to medical exposure, and repealing Direktive 84/466/EURATOM.

Aakula, U-M. 2005. Optimointi tavanomaisissa röntgentutkimuksissa. Teoksessa Järvinen, H. (toim.) Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2005. STUK-C4. Vantaa: Dark Oy.15-16.

Adler, A. & Carlton, R. 2012. Introduction to Radiologic Sciences and Patient Care. fifth edition. Elsevier Saunders.

Ernvall, R., Ernvall, S. & Kaukkila, H-S. 2002. Tilastollisia menetelmiä sosiaali- ja terveysalalle. 1. painos. Juva: WSOY.

Euroopan komissio. 1999. Säteilysuojelu 100. Ohjeita syntymättömien ja vastasyntyneiden lasten suojelemiseksi vanhempien altistuessa säteilylle lääketieteellisessä tarkoituksessa. Luxemburg: Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto.

European Comission. 1996a. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images. EUR 16260 EN. Luxemburg. <ftp://ftp.cordis.lu/pub/fp5-euratom/docs/eur16260.pdf>. Luettu 5.1.2012.

European Comission. 1996b. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in pediatrics. EUR 16261. Luxemburg. <ftp://ftp.cordis.lu/pub/fp5-euratom/docs/eur16261.pdf>. Luettu 5.1.2012.

Henkilökunnan ja potilaan säteilysuojelu lääketieteellisessä säteilyn käytössä. 2006. 1.painos. Tampere: Hämeen Offset-tiimi ky.

Hirsjärvi, S. 2009. Tutkimuksen reliaabelius ja validius. Teoksessa Hirsjärvi, S., Remes, P & Sajavaara, P. (toim.) Tutki ja kirjoita. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy. 231.

ICRP. International Comission on Radiological Protection. 2011. ICRP Srategic Plan 2011-2017. Luettu 4.1.2012. <http://www.icrp.org>.

Iivonen, A. & Ikonen, E. 2007. Lasten saamat pinta- ja pinta-ala-annokset keuhkojen natiiviröntgentutkimuksen AP-suunnan projektiossa. Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma. Savonia-ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Juntunen, E. & Sippola, H. 2005. Pinta-annokset 1- alle 5-vuotiaiden lasten thorax-tutkimuksissa. Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma. Helsingin ammattikorkeakoulu stadia. Opinnäytetyö.

Karvonen, E-S., Kunnari, S. & Savolainen, K. 2007. Pinta-annokset 5-10-vuotiaiden lasten thorax-tutkimuksissa. Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma. Helsingin ammattikorkeakoulu stadia. Opinnäytetyö.

Kettunen, A. 2003. Lapsipotilaan säteilyaltistuksen optimointi. Radiografia 4/2003.

Kiljunen, T. 2004. Lasten röntgentutkimusten vertailutasot. Helsingin yliopisto. Fysiikaalisten tieteiden laitos. Pro gradu -tutkielma.

Kiljunen, T., Tietäväinen, A., Parviainen, T., Viitala, A. & Kortnesniemi, M. 2009. Organ Doses and Effective Doses in Pediatric Radiography: Patient-Dose Survey in Finland. Official journal of The Foundation Acta Radiologica. Acta Radiologica (1) 114-124.

Mustonen, R. & Salo, A. 2002. Säteily ja solu. Teoksessa Paile, W. (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Hämeenlinna: Karisto Oy. 27-41.

Paasio, T. Erikoislääkäri/radiologi. 2008. Lasten säteilysuojelu. Radiografia päivät MMVIII.

Paile, W. 2002. Säteilyn haittavaikutusten luokittelu. Teoksessa Paile, W. (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Hämeenlinna: Karisto Oy. 43-46.

Paile, W. 2005. Säteilysuojelu. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) Radiologia. 1. painos. Helsinki: WSOY. 78-82.

Pirkanmaan sairaanhoitopiiri. 2012. Kuva-arkisto.

STM. 2000. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 432/2000.

STUK 2004. Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen. STUK tiedottaa 1/2004.

STUK 2005a. Lasten röntgentutkimusohjeisto. STUK tiedottaa 1/2005.

STUK 2005b. Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot lasten röntgentutkimuksissa. Ohje 28.12.2005.

STUK 2006. Terveystieteiden röntgenlaitteiden käytön aikaiset hyväksyttävyyssvaatimukset. Röntgenkuvaus- ja läpivalaisulaitteet ja tietokonetomografialaitteet. Päivitetty 17.8.2006. Luettu 5.1.2012. <http://www.stuk.fi>.

STUK 2007. ST-ohje 7.2. 2007. Ohje ST 2.7/9.8.2007. Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet.

STUK 2008. Lasten röntgentutkimuskriteerit. STUK tiedottaa 1/2008.

STUK 2011. Säteilyn käyttö terveydenhuollossa. Röntgentutkimuksella selviää vamma tai sairaus. Päivitetty 25.8.2011. Luettu 2.9.2011.

Säteilylaki. 1991. Säteilylaki 27.3.1991/592.

Säteilysuojelu. 2006. Sosiaali- ja terveysministeriö. Luettu 4.1.2012. <http://www.stm.fi>.

Säteilysuojelu. 2009. Sosiaali- ja terveysministeriö. Päivitetty 26.2.2009. Luettu 16.2.2012. <http://www.stm.fi/hyvinvointi/ymparistoverveys/sateily>.

Tapiovaara, M., Pukkila, O. & Miettinen, A. 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Teoksessa Pukkila, O. (toim.) Säteilyn käyttö. Hämeenlinna: Karisto Oy. 13-182.

Tenkanen-Rautakoski, P. (toim.) 2008. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2008. STUK-B 121 / kesäkuu 2010. 20-24.

Toivonen, M., Miettinen, A. & Servomaa, A. Potilasannoksen määrittäminen: Annoksen ja pinta-alan tulon mittaaminen ja pinta-annoksen laskenta. Luettu 27.9.2011. [http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/a174\\_6.pdf](http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/a174_6.pdf).

Urkund. 2012. Tietoa urkundista. Luettu 10.10.2012. <http://www.urkund.fi/kallmaterial.asp>.

Vilka, H. 2007a. Tutki ja kehitä. 1.-2. painos. Vaajakoski: Gummerus Kirjapaino Oy.

Vilka, H. 2007b. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.



**LIITTEET**

## Liite 1. Aineistonkeruulomake

Aineistonkeruulomake

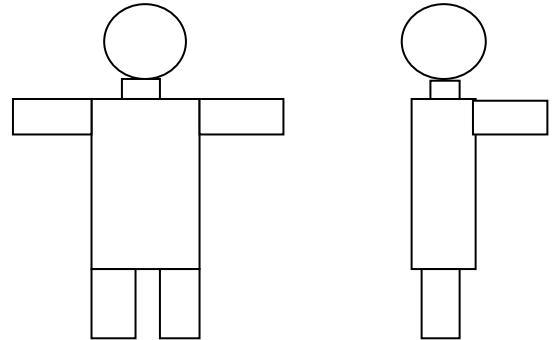
Päivämäärä:

Kuvauslaite:

Sukupuoli	
Syntymävuosi	
Pituus	
Paino	

POTILAS

piirrä käytetty kuvakenttä



Thorax	PA / AP (ympyröi oikea)	LAT
Kenttäkoko tukipinnalla (cm)	Korkeus      Leveys	Korkeus      Leveys
FSD, Fokus-iho –etäisyys (cm)		
Fokus- tukipinta –etäisyys (cm)		
kV		
mAs		
Fokuskoko, ympyröi oikea	ISO              PIENI	ISO              PIENI
Valotusautomaatti (väritä oikea vaihtoehto, tyhjä jos ei käytetty)		
Sädesuoja	lannesuoja: _____ muu, mikä:	lannesuoja: _____ muu, mikä:
DAP (merkitse yksikkö, mGy*cm <sup>2</sup> )		

## Liite 2. Laitetietolomake

<b>Radiologinen laite</b>	<b>PA</b>	<b>LAT</b>
Laite		
Fokuskoko		
Kokonaisusodatus		
Hila		
Kuvareseptorin herkkyys		
Fokus-filmi-etäisyys FFD (cm)		

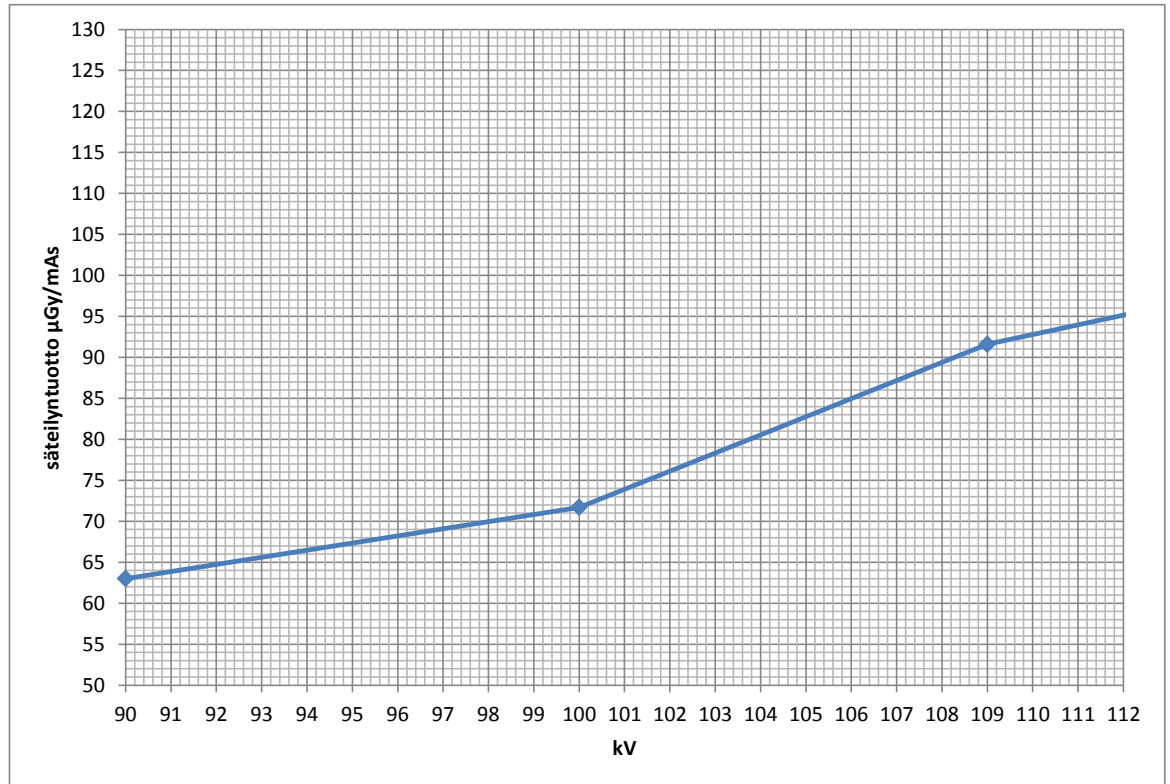
Anodilautasen kulma  
takaisinsirontakerroin  
säteilyntuotto

## Liite 3. Taulukot radiologisen laitetekniikan suosituksista

TAULUKKO 1. Euroopan komission suositukset radiologiselle laitetekniikalle lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa. (European Commission 1996a).

Radiologinen laite		
	PA/AP	LAT
Potilaan asento	seisten/maaten	seisten/maaten
Laite	pöytä tai pystyteline, iästä riippuen	pöytä tai pystyteline, iästä riippuen
Fokuskoko	0,6 ( $\leq 1,3$ )	0,6 ( $\leq 1,3$ )
Lisäsuodatus	1mmAl + 0,1 tai 0,2 mmCu	1mmAl + 0,1 tai 0,2 mmCu
Hila r=8; 40cm	vain erityis indikaatiolla ja kasvuikäisillä	vain erityis indikaatiolla ja kasvuikäisillä
Filmi-vahvistuslevy-yhdistelmän suhteellinen nopeus	400-800	4000
FFD	80-100 (150) cm	80-100 (150) cm
Kuvausjännite	60kV-80kV (100kV-150kV hilan kanssa vanhemmille lapsille)	60kV-80kV (100kV-150kV hilan kanssa vanhemmille lapsille)
Valotusautomaatti	sivukammiot; ei suositellusti imeväisille eikä pienille lapsille	sivukammiot; ei suositellusti imeväisille eikä pienille lapsille
Exponentiaika (ms)	< 10 ms	< 20 ms
Sädesuoja	lyijy-kumisuoja vatsan suojaksi välittömästi säteilykeilan reunaan	lyijy-kumisuoja vatsan suojaksi välittömästi säteilykeilan reunaan

## Liite 4. Säteilytuotto taulukko



KUVIO 9. Säteilytuotto ( $\mu\text{Gy/mAs}$ ) kuvausjännitettä kohden ilman lisäsuodatuksesta aiheutuvaa vaimennusta.

## Liite 5. Taulukot

TAULUKKO 7. Pinta-annosten ja annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvot.

keskiarvo		
ESD (mGy)	AP	0,026
	LAT	0,033
DAP (mGy*cm <sup>2</sup> )	AP	7,16
	LAT	5,2

TAULUKKO 8. Luuytimen annos (mGy) lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa projektioittain.

	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
AP	0,0030	0,0006	0,0023	0,0025	0,0029	0,0031	0,0042	10
LAT	0,0040	0,0004	0,0036	0,0037	0,0040	0,0043	0,0046	10
Yht	0,0035	0,0008	0,0023	0,0029	0,0036	0,0041	0,0046	20

TAULUKKO 9. Rintarauhasen annos (mGy) lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa projektioittain.

	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
AP	0,0261	0,0040	0,0222	0,0227	0,0248	0,0294	0,0320	10
LAT	0,0172	0,0020	0,0150	0,0155	0,0169	0,0191	0,0203	10
Yht	0,0217	0,0055	0,0150	0,0169	0,0212	0,0240	0,0320	20

TAULUKKO 10. Kilpirauhasen annos (mGy) lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa.

	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
AP	0,0194	0,0068	0,0032	0,0182	0,0205	0,0222	0,0276	10
LAT	0,0140	0,0062	0,0034	0,0117	0,0149	0,0182	0,0212	10
Yht	0,0167	0,0069	0,0032	0,0133	0,0181	0,0212	0,0276	20

TAULUKKO 11. Efektiivinen (mSv) annos lasten keuhkojen röntgentutkimuksessa.

	<i>Keskiarvo</i>	<i>Keskihajonta</i>	<i>Minimi</i>	<i>Alakvartiili</i>	<i>Mediaani</i>	<i>Yläkvartiili</i>	<i>Maksimi</i>	<i>Lkm</i>
AP	0,0103	0,0017	0,0075	0,0089	0,0107	0,0116	0,0125	10
LAT	0,0086	0,0013	0,0065	0,0079	0,0084	0,0095	0,0107	10
Yht	0,0094	0,0018	0,0065	0,0082	0,0092	0,0107	0,0125	20