

Reeta Hooli

## **TIETOKONETOMOGRAFIATUTKIMUKSISSA KÄYTETTÄVÄT ANNOSSUUREET**

Opiskelumateriaalia virtuaaliseen oppimisympäristöön

## **TIETOKONETOMOGRFIATUTKIMUKSISSA KÄYTETTÄVÄT ANNOSSUUREET**

Opiskelumateriaalia virtuaaliseen oppimisympäristöön

Reeta Hooli  
Opinnäytetyö  
Kevät 2020  
Radiografian ja sädehoidon tutkinto-  
ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Radiografian- ja sädehoidon tutkinto-ohjelma

---

Tekijä(t): Reeta Hooli

Opinnäytetyön nimi: Tietokonetomografiassa käytettävät annossuureet – opiskelumateriaalia virtuaaliseen oppimisympäristöön

Työn ohjaaja: Anja Henner & Karoliina Paalimäki-Paakki

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2020

Sivumäärä: sivut + liitteet  
(esim. 43 + 7)

---

Tietokonetomografialaitteiden käyttö on lisääntynyt viimeisten kymmenen vuoden aikana huomattavasti lääketieteellisessä kuvantamisessa. Tietokonetomografiatutkimuksissa käytettävät annossuureet toimivat hyvinä työkaluina röntgenhoitajalle optimoinnin toteuttamisessa ja annossuureiden hallitseminen auttaa ymmärtämään potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen vertailutasojen arvoja. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa opiskelumateriaalia virtuaaliseen oppimisympäristöön tietokonetomografiatutkimuksissa käytettävien annossuureiden osalta. Opiskelumateriaalia voidaan käyttää Oulun ammattikorkeakoulun 360° -simulaatio-opetuksissa. Opinnäytetyö on toteutettu toiminnallisena opinnäytetyönä yhteistyössä Oulun ammattikorkeakoulun kanssa.

Pitkän aikavälin tavoitteena on syventää röntgenhoitajaopiskelijoiden sekä valmistuneiden röntgenhoitajien tietämystä annossuureista. Laadukkaan opiskelumateriaalin tarjoaminen tukee säteilytietämyksen parantamista ja antaa työkaluja optimoinnin toteuttamiseen käytännössä. Tietoperusta perustuu tuoreimpiin tieteellisiin julkaisuihin tietokonetomografiatutkimuksista ja annossuureista. Tietoperustassa on käytetty sekä kotimaisia että kansainvälisiä radiografia-alan lähteitä ja niiden etsimiseen käytettiin Oulun ammattikorkeakoulun elektronisia tietokantoja.

Projektin tuotoksena syntyi opiskelumateriaali, joka sisältää annossuureiden lisäksi tiivistetysti tietokonetomografian kuvanmuodostuksen, kuvauksen ja potilaan ohjauksen sekä annossuureiden osuuden optimoinnin toteutumisessa. Opiskelumateriaalin ulkoasusta on pyritty tekemään visuaalisesti selkeä ja tyylikäs ja materiaali on tehty toimivaksi yleisimmillä älylaitteilla sekä selaimilla ja järjestelmäkokoontapaneelissa. Opiskelumateriaalin esitestaajina toimivat toisen, kolmannen ja neljännen vuoden röntgenhoitajaopiskelijat. Röntgenhoitajaopiskelijat vastasivat Webropol-kyselylomakkeella kysymyksiin tuotteen soveltuvuudesta, käytettävyydestä ja esteettömyydestä. Saatujen palautteiden perusteella opiskelumateriaalia muokattiin kohderyhmän kehitysideoiden mukaisesti.

Opiskelumateriaalia voi jatkokehittää laajentamalla virtuaaliympäristöön muita tietokonetomografiatutkimusten optimointiin sekä annoksiin liittyviä välilehtiä, kuten annosmodulaatio, potilaan asettelun merkitys kuvauksessa tai kuvauksessa käytettävien parametrien vaikutus optimointiin. Samantyyppisen opiskelumateriaalin voisi tehdä muissa modaliteeteissa käytettävistä annossuureista kuten esimerkiksi natiivitutkimuksista.

---

Asiasanat: tietokonetomografia, TT, annossuure, säteilyannos, opiskelumateriaali, toiminnallinen opinnäytetyö

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree programme in Radiography and Radiation Therapy

---

Author(s): Reeta Hooli

Title of thesis: Dose quantities in computed tomography – study material for virtual learning environment

Supervisor(s): Anja Henner & Karoliina Paalimäki-Paakki

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2020    Number of pages: 43 + 7

---

The use of computed tomography in medical imaging has increased significantly in the past decade. The dose rates used in examinations serve as good tools for optimization and make it easier for radiographers to understand the significance of the dose records. The purpose of this thesis was to produce a material for the virtual learning environment. The material can be used in 360° simulation environment Oulu University of Applied Sciences. This thesis was carried out as a functional thesis in co-operation with Oulu University of Applied Sciences.

The purpose of the project was to develop and to deepen radiographers and radiography students' knowledge about dose quantities of computed tomography. Providing a high-quality study material supports radiation knowledge among radiographers and radiography students and offers tools for implementing optimization. The data base is based on scientific data about CT scans and dose rates. The data base is based on both domestic and international radiography sources and electronic databases of the Oulu University of Applied Sciences were used to search sources.

In addition to information about computed tomography dose quantities, material includes also basic principles of computed tomography scanning, patient interaction, optimization techniques and image reconstruction. Material includes visual pictures and video about each section. Webropol 2.0 Online Survey and Analysis Software was used to collect feedback of the material from radiography students. Students were polled on their views on the use of the product. The material was improved based on the feedback.

Further development could be adding more pages about optimization techniques in computed tomography or the effects in dose records of patient positioning. A similar study material can be created of other modalities in radiography, for example in diagnostic x-ray.

---

Keywords: computed tomography, CT, dose quantity, radiation dosage, study material, functional thesis

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	ANNOSSUUREET    OSANA    OPTIMOINTIA	
	TIETOKONETOMOGRFIATUTKIMUKSISSA.....	9
2.1	Yleisimmät periaatteet tietokonetomografiakuvauksesta .....	10
2.2	Annoksen määrittäminen tietokonetomografiassa .....	11
2.3	Annossuureet tietokonetomografiatutkimuksissa .....	12
2.4	Annostietämys osana optimointia .....	16
2.5	Potilaan säteilyaltistuksen arvioiminen .....	17
3	PROJEKTIN LÄHTÖKOHDAT .....	21
3.1	Projektin tarkoitus ja tavoite .....	21
4	OPISKELUMATERIAALIN SISÄLLÖN JA PROJEKTIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS ...	23
4.1	Projektin kohderyhmät ja hyödynsaajat.....	25
4.2	Opiskelumateriaalin ulkoasun suunnittelu ja toteutus .....	25
4.3	Opiskelumateriaalin laatuksiperusteet .....	27
5	OPISKELUMATERIAALIN JA PROJEKTIN ARVIOINTI .....	29
5.1	Opiskelumateriaalin arviointi palautekyselyn perusteella .....	29
5.2	Opiskelumateriaalin ja projektin itsearviointi .....	33
5.3	Projektin aikataulun ja kustannusten arviointi .....	35
5.4	Projektityöskentelyn ja projektiorganisaation viestinnän arviointi .....	36
6	POHDINTA.....	39
6.1	Tekijänoikeudet ja eettisyys .....	40
6.2	Projektin onnistumisen arviointi.....	41
6.3	Omat oppimiskokemukset.....	42
6.4	Jatkokehitysehdotukset.....	42
	LÄHTEET.....	44
	LIITTEET.....	50

# 1 JOHDANTO

Tietokonetomografiatutkimukset (TT) yleistyvät ja kehittyvät nopeasti ja TT-tutkimusten määrä on kasvanut 28 % vuodesta 2015 vuoteen 2018. TT-tutkimusten osuus kaikista kuvantamismenetelmistä on ollut kasvussa vuodesta 2011 ja jatkaa kasvuaan keskimäärin 9,5 % vuosinopeudella. Vuonna 2018 Suomessa tehtiin yhteensä 566 870 TT-tutkimusta, joka on 9,5 % kaikista tavanomaisista röntgentutkimuksista. Väkilukuun suhteutettuna tehtiin 103 TT-tutkimusta tuhatta asukasta kohden. TT-laitteiden määrät kasvoivat 25% vuoteen 2015 verrattuna, mikä kertoo siitä, että tutkimuksien saatavuus on parantunut ja TT-laitteille on siirretty aiemmin muilla modaliteeteilla tehtyjä tutkimuksia. Vuonna 2018 yleisimmät yksittäiset kuvaukset olivat pään TT, vartalon laaja TT sekä vatsan laaja TT. (Ruonala 2019, 18.) Säteilyturvakeskuksen (STUK) mukaan vuositasolla tehdään 60 000 vatsan TT-kuvausta, joiden keskimääräinen efektiivinen annos on 7 mSv (Säteilyturvakeskus 2019, viitattu 16.3.2020).

Efektiivisen annoksen karkeaan arvioimiseen TT-tutkimuksissa käytetään tutkimuskohtaisia konversiokertoimia. Kertoimella kerrotaan DLP-arvo, joka löytyy useimmista TT-laitteiden annoslaskentajärjestelmistä. Useissa tutkimuksissa on esitetty eri konversiokertoimia arvioitaessa efektiivistä annosta. Konversiokertoimia käytettäessä tulee pohtia, mistä eri kertoimet on johdettu, jotta saadaan kunnollisia vertailuja eri annostutkimusten välille. (Choonsik 2020, 1825-1826.) Tämän opinnäytetyön aihe rajattiin yhdessä projektin ohjausryhmän kanssa koskemaan pelkästään annossuureita.

Ennen vuonna 2018 tapahtunutta säteilylain uudistumista Suomessa käytettiin säteilyn annossuureista seuraavia nimityksiä: pinta-annos (entrance surface dose, ESD), annoksen ja pinta-alan tulo (dose area product, DAP), TT-annosindeksi (computed tomography dose index, CTDI) sekä annoksen ja pituuden tulo (dose length product, DLP). Säteilylain muuttuessa 15.12.2018 otettiin käyttöön säännöksiä vastaavat ja kansainvälisesti suositellut täsmällisemmät nimet annossuureille. Nimitykset ovat ilmakerma pinnalla (entrance surface air kerma, ESAK), ilmakerman ja pinta-alan tulo (kerma area product, KAP), TT-ilmakermaindeksi (computed tomography kerma index, CTKI) sekä ilmakerman ja pituuden tulo (kerma length product, KLP) määrittämään röntgentutkimuksissa ja -toimenpiteissä säteilyaltistusta. Tämä perustuu STUKin määräyksen (STUK S/6/2018) mukaan siihen, että röntgentutkimuksissa ja -toimenpiteissä käytetyllä kilovoltialueen fotonisäteilyllä ilmaan absorboitunut annos on lukuarvoltaan lähes sama

kuin ilmakerma ja niitä mitataan samoilla mittayksiköillä Gray (Gy). Ilmakerma (kerma, kinetic energy released per unit mass) on röntgensäteilyn mittausten perussuure. (Säteilyturvakeskus 2018, 13.)

Annostietous auttaa röntgenhoitajaa ymmärtämään annossuureita ja lisää ammattitaitoa. Röntgenhoitajan harkinta ja ammattitaito on avainasemassa puhuttaessa röntgentutkimusten optimoinnin käytännön toteutuksesta. Potilasannosten määrittäminen ja arviointi vertailutasoihin kuuluu olennaisena osana optimointiin. (Aakula 2005, 15.) Lajusen (2012, 88) mukaan TT-tilavuusindeksiä CTDI:tä sekä absorboituneen annoksen ja pituuden tuloa DLP:tä voidaan käyttää hyvinä työkaluina annosoptimointia arvioitaessa. Näin ollen myös vuonna 2018 voimaan tulleet annossuureet TT-ilmakermaindeksi CTKI sekä ilmakerman ja pituuden tulo KLP toimivat hyvinä työkaluina annostasojen vertailussa. Brambillan, Vassilevan, Kuchcinskan & Rehanin (2019, 2) mukaan potilaan säteilyaltistuksen yksilöllinen seuranta auttaa vahvistamaan oikeutusta ja optimointia säteilysuojelussa. Seuranta yksittäisten potilaiden kumulatiiviseen annoksen arvioimiseen on lisääntynyt viime vuosina laitteiden annoslaskentajärjestelmien käyttöönoton myötä.

Valtioneuvoston asetuksen ionisoivasta säteilystä (1034/2018) 8 §:n mukaan säteilyaltistusta tulee rajoittaa säteilysuojelun optimoinnissa ja tarpeetonta altistusta tulee välttää. Tällöin on otettava huomioon muun muassa potilasannoksen määrittäminen. Vertailutasot yleisimmille röntgentutkimuksille antaa Säteilyturvakeskus. STUKin määräyksen (S/4/2019) 10 §:n mukaisesti keskimääräistä säteilyaltistusta kuvaava arvo on määritettävä joko mittaamalla tai laskennallisen arvion perusteella vähintään kymmenen normaalikokoisen potilaan otannan mediaanina. Säteilyannoksia on vertailtava järjestelmällisesti vertailutasoihin. Mikäli potilaan keskimääräistä säteilyaltistusta kuvaavan arvon havaitaan olevan suurempi kuin vertailutaso, on syy selvitettävä ja tarvittaessa ryhdyttävä toimenpiteisiin säteilyaltistusten pienentämiseksi. Jotta potilaan keskimääräistä säteilyaltistusta pystytään arvioimaan, tulee tietämys annossuureista olla ajan tasalla, sillä potilaan säteilyaltistus tulee tarvittaessa pystyä selvittämään jälkikäteen. Säteilysuojelussa tarvitaan annosrajoja ja röntgenhoitajan on työssään tärkeä tietää rajat, yksiköt ja suureet, jotta optimointi toteutuu.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa opiskelumateriaalia virtuaaliseen oppimisympäristöön tietokonetomografiatutkimuksista aiheutuvien annossuureiden osalta. Virtuaalisessa oppimisympäristössä opiskelija näkee sekä röntgenosastoa että TT-laitetta, ja

oppimisympäristöön voidaan lisätä erinäisiä välilehtiä, kuten esimerkiksi Powerpoint -ohjelmalla luotua materiaalia. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli helpottaa röntgenhoitajaopiskelijoiden oppimista annossuureiden osalta sekä syventää opiskelijoiden annostietämystä. Röntgenhoitajaopiskelijat hyötyvät materiaalista opiskellessaan esimerkiksi Lääketieteellisen säteilyn turvallinen käyttö II -opintojaksolla, jonka osaamistavoitteita on osata soveltaa säteilyfysiikan perusteita ymmärtäen mm. tietokonetomografialaitteen toimintaperiaatetta sekä tietojen soveltaminen laadunvarmistuksessa ja ymmärtää annossuureet tietokonetomografiassa. (Oulun ammattikorkeakoulu 2019, viitattu 17.4.2019.)

Projektin pitkän aikavälin tavoitteena oli kehittää opiskelijoiden tietämystä tietokonetomografian annossuureista ja antaa niiltä osin hyvät valmiudet tietokonetomografiatutkimusten harjoittelujaksoa sekä myöhempää työelämää varten. Oma oppimistavoitteeni oli vahvistaa tietoa tietokonetomografian perusteista, niin annossuureiden kuin myös laitteiston osalta. Annossuureiden hallitseminen tuo varmuutta myöhempään työelämään auttaen ymmärtämään säteilyaltistusten vertailutasoja ja toimii täten merkittävässä määrin osana ammatillista asiantuntijuutta.



## 2 ANNOSSUUREET OSANA OPTIMOINTIA

### TIETOKONETOMOGRAFIATUTKIMUKSISSA

Tietokonetomografia kuvantamismenetelmänä perustuu kudosten ja elimien tiheyseroista aiheutuvaan säteilyn vaimenemiseen. Tietokonetomografialaitteisto koostuu kuvauspäästä (gantrystä), jonka ympyrän muotoisella kehällä sijaitsee röntgenputki ja sitä vastakkain oleva ilmaisinjärjestelmä. Röntgenputki ja ilmaisinjärjestelmä pyörivät ympyrän muotoisella kehällä kuvauspöydällä olevan potilaan ympärillä. Yhteen pyörähdykseen kuluu aikaa noin 0,3 sekuntia. Kuvauspöydän pysyessä paikallaan pyörähdysten aikana puhutaan aksiaalikuvauksesta ja helikaalikuvauksessa kuvauspöytä liikkuu pyörähdysten aikana. Helikaalileikkeet kuvataan ohuina ja ne voidaan rekonstruoida tiettyyn leikepaksuuteen. Röntgenputkesta lähtevä säteilykeila on rajattu viuhkamaiseksi tai kartion muotoiseksi. Käyttämällä pyörivää röntgenputki-ilmaisinjärjestelmää, voidaan projektiot kerätä useista suunnista ja laskennallisesti muodostaa kolmiulotteisia kuvia. Ilmaisinjärjestelmä koostuu tyypillisesti 16-64 ilmaisinerivistä, jotka ovat leveydeltään 2-4 cm. Alueen avulla saadaan kerättyä informaatiota useista leikkeistä samanaikaisesti. Kerätyn informaation avulla voidaan laskea joko kolmiulotteinen kuva tai ohuita leikekuvia potilaasta. Yhdestä suunnasta kerättyä tietoa säteilyn voimakkuudesta kutsutaan projektioksi. (Kaijaluoto 2016, 9; IAEA 2019, 9.) Ilmaisinjärjestelmä koostuu sadoista ilmaisinelementeistä, jotka rekisteröivät säteilyn intensiteettiä, josta määritellään säteilyn vaimenemisprofiili. Yhden pyörähdysten aikana määritetään satoja vaimenemisprofiileja eri puolelta kuvattavaa kohdetta (Nieminen 2017, viitattu 14.2.2020). Kuvauspöydän nopeutta yhden pyörähdysten aikana kuvaa pitch-arvo. Korkeampaa pitch-arvoa käytettäessä voidaan yleensä pienentää kuvausaikaa ja vähentää potilaan saamaa säteilyannosta, mutta tämä aiheuttaa usein heikomman paikkaerotuskyvyn ja korkeamman kohinan. (IAEA 2019,11.)

Laitetekniset ominaisuudet mahdollistavat jossain määrin säteilyaltistuksen pienentämisen kuvanlaatua heikentämättä. Ominaisuuksiin lukeutuu muun muassa ilmaisinteknologia, kuvausjännitteen automaattinen valinta ja pienentäminen, iteratiiviset rekonstruktio menetelmät, adaptiivinen kollimaatio sekä automaattinen putkivirran modulointi eli annosmodulointi. Annosmodulointi ottaa huomioon potilaskoon vaihtelun suhteessa kuvanlaatuun ja käytettäviin kuvausparametreihin. Modulointi perustuu suunnittelukuviin, joiden mukaan laitekohtaiset ohjelmat säätävät putkivirtaa siten, että kohina säilyisi vakiona. Monissa laitteissa sähkövirtaa (mA) voidaan

ohjelmoida pienemään automaattisesti alueissa, joissa säteilyn vaimeneminen on pientä. Tämä perustuu siihen, että potilaiden säteilyä vaimentava kudokset on paksumpaa sivusuunnassa kuin etu-takasuunnassa. (Kaijaluoto 2016, 6, 9; IAEA 2019, 11.) Uusin ilmaisinteknologia käyttää fotoninlaskentailmaisimia hyödykseen muodostaessa kuvainformaatiota korkealla resoluutiolla ja välttääkseen tavallisimmissa kuvanvahvistimissa havaittua elektroneista aiheutuvaa kohinaa. Ilmaisimet avaavat mahdollisuuksia säteilyannoksen vähentämiseen perustuen siihen, että yhteen projektiioon käytettävät pulssit voidaan lukea omia signaalireittejä pitkin. Kaikki röntgensäteilyn fotonit vaikuttavat mittaussignaaliin riippumatta niiden energiasta. Ilmaisinteknologian avulla on kerätty tutkimustuloksia, joiden mukaan esimerkiksi sepelvaltimoiden kuvantamisessa matala-annos TT-tutkimuksissa on saatu pienempiä mittaustuloksia CTDI<sub>vol</sub> annossuureiden osalta kuin tavanomaisilla TT-laitteilla. (Flohr 2020, viitattu 14.3.2020.)

## 2.1 Yleisimmät periaatteet tietokonetomografiakuvauksesta

Ennen kuvauksen alkamista potilas identifioidaan säteilyaltistuksen optimoimiseksi ja todetaan raskauden mahdollisuus. Mikäli potilas on raskaana, tulee tutkimuksen oikeutus harkita uudelleen ja minimoida sikiölle aiheutuva säteilyaltistus. (Aakula 2005,15-16.) Suurimmassa osassa TT-tutkimuksista käytetään suonensisäistä varjoainetta, joten potilaalle kerrotaan mahdolliset pistämiseen liittyvät toimenpiteet sekä iv-varjoaineen aiheuttamat tuntemukset. Tuntemuksia ovat muun muassa metallin maku suussa sekä lämpöaallon tunne etenkin alavatsalla. (Rautio, Ylitalo & Kuopusjärvi 2019, 10.) Potilas asetellaan kuvauspöydälle selinmakuulle tai vatsalleen, joko jalat tai pää kuvauspäähän päin. Kuvauskohde määrittää käytettävän kuvausasennon. Koko tutkimuksen ajan on tärkeää tarkkailla potilasta ja kommunikoida potilaan kanssa. (Gelejin 2000, 6.) Potilas siirretään kuvauspöydällä gantryn keskelle ja keskitetään isosentriin. Keskitäminen on tärkeä osa optimoinnin toteutumista, sillä keskitysvirhe voi lisätä potilaan saamaa annosta sekä kuvassa olevaa kohinatasoa. Säteilykeilan muokkaussuodattimien (bowtie filter) ollessa käytössä voidaan olettaa, että potilaan paksuin kohta, joka vaimentaa säteilyä eniten, on samassa tasossa suhteessa isosentriin. Kun potilas siirretään isosentristä pois, muokkaussuodattimien kyky kompensoida säteilyn vaimenemista heikkenee. Tämän vuoksi tietyissä kohdissa potilasta annostaso on suurempi kuin tarvittaisiin, jolloin automaattinen putkivirran modulaatio käyttää TT:n suunnittelukuvia säätääkseen oikean putkivirran. (Szczykutowicz, DuPlissis & Pickhardt 2017, 1064.)

Ennen varsinaista kuvausta kuvausalueelta otetaan suunnittelukuvat, minkä jälkeen kuvaus tapahtuu joko varjoaineella tai natiivisti. Yhden pyörähdyksen aikana, joka kestää noin 0,3 sekuntia, määritetään satoja vaimenemisprofilleja eri puolelta kuvauskohdetta. Vaimenemisprofiililla tarkoitetaan ilmaisrivien rekisteröimää säteilyn intensiteettitasoa, joka aiheutuu eri kudosten absorptioherkkyydestä ja täten eri puolelta kohdetta saatavat vaimenemisprofiilit sisältävät informaation kuvan rekonstruktioon. Röntgenkuvien perinteinen rekonstruktio perustuu suodatettuun takaisinprojektiioon, jossa laskennallisesti muodostetaan halutun paksuisia poikkileikekuvia. Poikkileikekuvat antavat yksityiskohtaisempaa tietoa diagnosoimisen tueksi kuin tavalliset kaksiulotteiset natiivikuvat, sillä niissä elimet kuvautuvat päällekkäin. Tietokoneiden kehityksen myötä voidaan hyödyntää laskennallisesti haastavia menetelmiä kuvien laskennassa. Iteratiivinen rekonstruktio on menetelmä, jossa korjataan jo laskettua kuvaa toistuvasti, kunnes saavutetaan riittävän yhteneväinen kuva ilmaisimelle tulevan vaimenemistiedon kanssa. Menetelmällä saadaan kuviin aiempaa pienempi kohinataso ja iteratiivisen rekonstruktion sekä sähkömäärän pienentäminen voi alentaa potilaan säteilyannosta tutkimuskohtaisesti jopa kymmeniä prosentteja. (Nieminen 2017, viitattu 14.2.2020.)

TT-kuvassa rekonstruoidut lineaariset vaimennuskertoimet, joista kuvainformaatio saadaan, esitetään Hounsfieldin yksikkönä. Hounsfieldin luku kuvaa kudoksien absorptiokykyä verrattuna veden Hounsfieldin lukuun, joka on nolla. Kudokset, joiden HU -arvo on suurempi kuin nolla, ovat tiheydeltään suurempia sekä niiden säteilyn vaimenemiskyky on suurempaa kuin veden. TT-kuvaus voidaan suorittaa joko aksiaali- tai helikaalikuvauksena. Aksiaalikuvausessa käytetään niin sanottua step-and-shoot -tekniikkaa, jossa kuvauspöytää siirretään jokaisen säteilytyskerran jälkeen niin kauan, että saadaan katettua oikea tilavuus kuvauskohteesta. Automaattista putkivirran modulaatiota käytettäessä ohjelma laskee yleensä putkivirtaa pitch-arvon pienentyessä, jolloin potilaan saama säteilyannos ja kuvan kohina pysyvät tavoitellulla tasolla. Pitch-arvolla voidaan vaikuttaa kuvausnopeuteen, kun automaattinen putkivirran modulaatio on käytössä, muulloin pitch-arvon nostaminen sekä nopeuttaa kuvausta että pienentää potilasannosta (Gelejin 2000, 259-260,275; Halimaa & Rantala 2016, 11; Kajaluoto 2016, 11; IAEA 2019, 11.)

## **2.2 Annoksen määrittäminen tietokonetomografiassa**

Ionisaatiokammiot ovat yksinkertaisimpia kaasutäytteisiä detektoreita. Normaali toiminta perustuu ionisaatiossa syntyvien hiukkasten keräämiseen ionisaatiokammion sisällä olevan sähkökentän avulla elektrodeille. Varaus, joka elektrodeille tulee, on suoraan verrannollinen säteilyn

luovuttamaan energiaan. (Toroi, Järvinen, Könönen, Parviainen, Pirinen, Tapiovaara & Tenkanen-Rautakoski 2011, 14.)

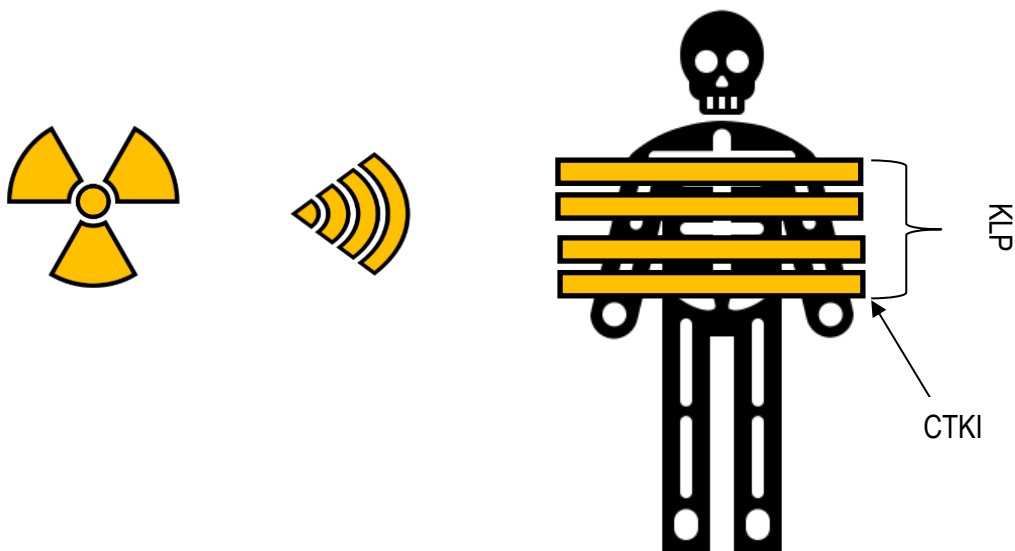
TT-tutkimuksista saadut annokset mitataan puikkomaisella ionisaatiokammioilla. Fantomit, joilla mittaukset tehdään, ovat valmistettu akryylimuovista. Pään alueen tutkimuksissa käytetään 16 cm halkaisijaltaan olevia sylinterinmuotoisia fantomeja ja vartalon alueen tutkimuksissa taas 32 cm halkaisijaltaan olevia fantomeja. Mittauksissa käytetään normaalikokoisen potilaan tavanomaisia kuvausarvoja. Molemmissa fantomeissa on vähintään kaksi fantomin pituusakselin suuntaista reikää, joista toisen reiän keskiakseli on fantomin keskiakselilla ja toisen reiän keskiakseli yhden senttimetrin syvyydellä. (Karppinen & Järvinen 2006, 15.)

Säteilymittarin anturin tulee sopia fantomin aukkoon. Fantomi-kammio -kokonaisuus asetetaan siten, että kammion keskikohta on pituussuunnassa keskellä kuvausaluetta ja fantomin keskiakseli TT-laitteen röntgenputken pyörähdyksellä. (Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen 2004, 24.) Mittausten on sovelluttava mitattavan suureen arvoihin, säteilylajiin ja säteilylaatuun. Säteilymittauksien on täytettävä STUKin määräyksen S/6/2018 asettamat vaatimukset käytettäville suureille ja tarkkuusvaatimuksille. Säteilyturvakeskuksen asettaman säteilymittauksia koskevan määräyksen (STUK S/6/2018, 4§) mukaan säteilymittarin tulee soveltua annosmittauksiin mitattavien suureiden arvoilla, säteilylajeilla ja -laaduilla. Määräyksen mukaan säteilymittareiden on oltava toimintakuntoisia ja toimintakuntoisuus pitää todeta tarkistamalla. Mittaustuloksissa arvioidaan tulosten kvantitatiivista arviota, jolla kuvataan suureiden arvojen vaihteluita, kutsutaan mittausepävarmuudeksi. Tietokonetomografiatutkimuksista ja -toimenpiteistä aiheutuvien altistuksen määrittämisessä mittausepävarmuus saa olla enintään 25%. (Säteilyturvakeskus 2018, 1,7.)

### **2.3 Annosuureet tietokonetomografiatutkimuksissa**

Tietokonetomografiatutkimuksista aiheutuvan säteilyaltistuksen arvioimiseen käytettävät annosuureet ovat tilavuuden TT -ilmakermaindeksi (CTKI) sekä ilmakerman ja pituuden tulo (KLP). Ennen kesäkuussa 2018 voimaan tullutta määräystä (STUK S/6/2018) TT -säteilyaltistuksen arvioimiseen käytettiin vertailutasosuureita CTDI (computed tomography dose index) sekä DLP (dose length product). CTDI määritellään yhdestä aksiaalileikkeestä eli yhdestä röntgenputken pyörähdyksestä ja lasketaan jakamalla absorboitunut annos kokonaiskollimaatiolla (American

Association of Physicists in Medicine 2007, 7.) Kirjallisuudessa käytetään vielä suureita painotettu annosindeksi,  $CTDI_w$  sekä absorboituneen annoksen tilavuuskeskiarvo  $CTDI_{vol}$ .  $CTDI_w$  mitataan käyttäen standardikokoisia fantomeja. Helikaalikuvauksessa  $CTDI_w$  -indeksi standardoidaan yhden pyörähdyksen aikana kuvatun paksuuden ja potilaspöydän liikkeen suhteella, jolloin saadaan määriteltyä absorboituneen annoksen tilavuuskeskiarvo  $CTDI_{vol}$ . (Husso 2011, 29.) CTKI ja KLP -annossuureet on havainnollistettu kuviossa 1.



KUVIO 1 Havainnollistettu kuva KLP-, ja CTKI -annossuureista. (Hooli 2019 mukailen Nieminen 2017)

Tilavuuden TT-ilmakermaindeksi (CTKI) määritellään useiden yksittäisten aksiaali- tai helikaalikuvauksien röntgenputken kierroksista koostuvissa TT -tutkimuksissa. Koko tutkimuksen aiheuttamaa ilmakermaprofiilia mitataan standardikudosvastineessa röntgenputken pyörähdysakselin suuntaisesti suhteessa säteilytettyyn alueen pituuteen pyörähdysakselin suuntaisesti. Tilavuuden TT -ilmakermaindeksin yksikkönä käytetään Gy, yleisimmin mGy. Röntgendiagnostiikassa ilmakerma ja ilmaan absorboitunut annokset ovat lähes samat, joten kirjallisuudessa käytetään TT-ilmakermaindeksistä myös nimitystä TT-annoksen tilavuuskeskiarvo  $CTDI_{vol}$ . (STUK S/6/2018, 13.) Ilmakermaindeksin määrittämiseksi on sovittu eri käytäntöjä integraalirajoille ja kansainvälisesti käytetyissä IEC-standardeissa (International Electrotechnical Commission) rajoiksi on sovittu  $\pm 50$  mm. (Suutari 2015, 24-25).

$$CTKI = \frac{1}{NT} \int_{-50mm}^{+50mm} Ka(z) dz = \frac{P_{KL,100}}{NT}, \quad (1)$$

missä

$N$  on yhden röntgenputken pyörähdysajan aikana syntyvien leikkeiden lukumäärä

$T$  on kuvan leikepaksuus

$Ka(z)$  on ilmakermaprofiili TT-laitteen pyörähdysakselilla

$P_{KL,100}$  on ilmakerman ja pituuden tulo

$CTKI_{vol}$  kutsutaan painotetuksi TT-kermaindeksiksi ja se määritellään keskimääräisen kuvausvirran perusteella. Tätä arvoa määriteltäessä huomioidaan tutkimuspöydän liikkuminen kuvauksen aikana. (Suutari 2015, 26-27.)

$$CTKI_{vol} = Ckp \cdot \frac{NT}{l}, \quad (2)$$

missä

$N$  on yhden röntgenputken pyörähdysajan aikana syntyvien leikkeiden lukumäärä

$T$  on kuvan leikepaksuus

$l$  on kuvauspöydän liikkuma matka kuvien välissä tai helikaalikuvauksissa yhden röntgenputken kierroksen aikana

$P_{L,100}$  on ilmakerman ja pituuden tulo

Ilmakermaprofiili määritellään yksittäisen aksiaalikuvaus tai yhden röntgenputken kierroksen mukaan. Annoksen ja pituuden tulo (DLP) määrittelyssä käytetään ilmaan absorboituneen annoksen arvoa, joka on sama kuin ilmakerma, joten kirjallisuudessa ilmakerman ja pituuden tulosta käytetään myös nimitystä annoksen ja pituuden tulo. Painotetussa ilmakerman ja pituuden tulon määrittelyssä käytetään kudostavineessa määritettyä ilmakerman ja pituuden tuloa sekä 10 mm:n syvyydellä samassa kudostavineessa määritettyä ilmakerman ja pituuden tuloa. (Säteilyturvakeskus 2018, 13.) Taulukossa 1 on esitetty kesäkuussa 2018 voimaan tulleen STUKin

määräyksen (STUK S/6/2018, 3§) mukaiset annossuureet, määritelmät niille sekä ennen säteilylain muutosta käytetyt annossuureet.

TAULUKKO 1. Yhteenvedo annossuureista

Suure ennen ja yksikkö	Määritelmä	Suure nyt ja yksikkö	Määritelmä
CTDI computed tomography dose index mGy	= Yhdestä aksiaalileikkeestä eli yhdestä röntgenputken pyörähdyksestä aiheutuva absorboitunut annos suhteessa kokonaiskollimaatioon	CTKI <sub>vol</sub> computed tomography kerma index mGy	= Useiden yksittäisten aksiaali- tai helikaalikuvausten suhde ilmakermaprofiiliin
DLP = dose length product mGy•cm	Ilmaan absorboituneen annoksen ja kuvausalueenpituuden tulo	KLP = kerma length product mGy•cm Käytössä myös DLP	Ilmakerman ja kuvausalueen pituuden tulo Yksittäisen aksiaalikuvausten tai röntgenputken yhden kierroksen tuottaman ilmakermaprofiilin suuntaisella suoralla

Ilmakerman ja pituuden tulo KLP saadaan matemaattisesti ilmakerman viivaintegraalina pitkin TT-laitteen pyörähdyksensä suuntaista janaa L. Ilmakerman ollessa vakio pituudella L ja muulloin 0, on KLP vain termien tulo. Toisin sanoen  $KLP = K_a L$ . (Suutari 2015, 23-24).

$$KLP = \int_L K_a(L) dL, \quad (3)$$

missä

$L$  on TT-laitteen pyörähdysakselin suuntainen jana

$Ka(L)$  on vapaasti ilmassa mitattu ilmakerman viivaintegraali pitkin janaa  $L$

Kerma on fysikaalinen perussuure, joka soveltuu ionisoivan säteilyn mittaamiseen. Kerma perusmääritelmänä on varauksettomien hiukkasten luovuttama energiamäärä massaa kohden. Varauksettomia hiukkasia ovat esimerkiksi fotonit ja elektronit. Kerma tulee sanoista kinetic energy release per mass unit ja kuvaa absorboituneen energian suuruutta. (Hansson 2018, viitattu 11.4.2019.) Kerma on määritelty koskemaan pienessä massa-alkiossa tapahtuvia vuorovaikutuksia ja kerma on aineesta, johon säteily absorboituu. Ilmakerma voidaan määrittellä kudosta mallintavan vesifantomien keskellä sijaitsevassa pisteessä ja tunnus siihen on ESAK (entrance surface air kerma) ja yksikkönä gray. (Marttila 2002, 69-70.)

Ennen säteilylain uudistusta  $CTDI_{vol}$  määriteltiin ainoastaan aksiaalikuvauskuviin, sillä sen käyttö helikaalikuvauskuviin oli aiheuttanut epätasaista annosta, säteilyn siroamista mittakammioiden ohi ja kollimoinnin kasvaessa säteilykeila tai sironnut säteily ei ollut mahtunut kokonaan kammioon. (Aarnio 2019, 17). Yleensä säteilyannokset kuvataan standardikokoisessa testikappaleessa, joka on 16 cm tai 32 cm halkaisijaltaan oleva muovinen sylinteri. Koko riippuu kuvausalueesta, pienempää käytetään pään ja suurempaa vartalon alueen tutkimuksissa. Aikaisemmin  $CTDI_{vol}$  tilalla käytettiin merkintää  $MSAD_w$ . (Lasten TT-tutkimusohjeisto 2012, 13.)

$MSAD_w$  annoksista puhuttaessa tarkoitetaan TT-annosten tilavuuskeskiarvoa eli keskimääräisiä annoksia. Suurimmat annokset ovat pään ja lannerangan TT-tutkimuksissa, jotka on kuvattu aksiaalisti. Aksiaalitekniikalla yksi leike syntyy aina yhden pyörähdyksen jälkeen ja mitä leveämpi leikepaksumuus, sitä suurempi säteilyn vaimeneminen. (Nieminen 2006, 8.)  $MSAD_w$  kuvaa potilaalle aiheutuvaa altistusta yksittäisistä leikesarjoista ja sen voidaan ajatella kuvaavan altistusta samoin kuin ESD:tä käytetään kuvaamaan tavanomaisista röntgentutkimuksista aiheutuvaa altistusta. (Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen 2004, 14.)

## 2.4 Annostietämys osana optimointia

Kansainvälinen säteilysuojelutoimikunta ICRP (International Commission on Radiological Protection) julkaisee tieteelliseen näyttöön perustuvia suosituksia säteilysuojelun toteuttamisesta. Toimikunnan päämääränä on esittää asianmukaisia tasoja säteilysuojelulle rajoittamatta säteilyn hyötykäyttöä. ICRP:n uusimmat suositukset ovat perustana Suomen säteilylaille sekä



säteilyasetukselle. (Paile 2002, 152-153.) Säteilysuojeluun liittyy kolme peruseriaatetta, jotka ovat oikeutus, optimointi- ja yksilönsuojaperiaate. Oikeutuseriaatteen mukaan säteilytoiminta on oikeutettua silloin, kun tutkimuksesta saatava kokonaisyöty on suurempi kuin siitä koitua haitta. Optimointiperiaatteessa säteilyaltistus on pidettävä niin pienenä kuin se käytännössä on mahdollista sekä lääketieteellistä altistusta on rajoitettava välttämättömään tarkoitettuun tutkimuksen saavuttamiseksi. Yksilönsuojaperiaatteen mukaan säteilytoiminnasta aiheutuva työntekijöiden ja väestön yksilön säteilyaltistus ei saa ylittää annosrajoja. (STUK 2018/859 5§,6§,7§.)

Annostietämykseen vaikuttavat tekijät tietokonetomografiatutkimuksissa ovat tärkeä osa potilaan optimointiperiaatteen toteuttamista. Annostietämyksen käyttäminen toimii osana optimoinnin toteutumista ja oikeutuseriaatteen soveltamista niin harjoittelun aikana kuin myös työelämässä. Periaatteiden toteuttamiseksi on välttämätöntä tietää tutkimuksista aiheutuva säteilyannoksen suuruus. Säteilyaltistuksien tuntemisen lisäksi annosten seuraaminen voi paljastaa röntgenlaitteeseen ilmi tulleita vikoja. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 117.) Ranskassa tehdyssä tutkimuksessa arvioitiin potilasannoksia tietokonetomografiassa. Tutkimuksen mukaan DLP-arvot olivat miesten pään ja kaulan alueen kuvantamistutkimuksissa suuremmat kuin naisten, mikä johtui miesten koko- ja tiheyseroista naispotilaisiin verrattuna. Potilaan painoindeksin kasvaessa myös DLP-arvot kasvoivat pään -ja rangan alueen kuvauksissa. (Bouchra, Geryes, Hornbeck, Jarrige, Noëlle, Ducou Le Pointe & Dreuil 2019, 18-27.) Tutkimuksen perusteella voidaan sanoa annossuureiden olevan käyttökelpoisia työkaluja arvioitaessa optimoinnin toteutumista.

Rantalan ja Halimaan (2016, 14) mukaan pään natiivitietokonetomografiatutkimusten optimoinnissa iteratiiviset rekonstruktio menetelmät pienentävät säteilyannosta kuitenkin kuvanlaatuun haitallisesti vaikuttamatta. Tutkimuksissa oli tilastoitu ja tarkkailtu annosindeksejä, jotka paljastivat korkeampia annoksia tuottavat kuvausprotokollat. Analyysin johtopäätöksiin lukeutui uusien iteratiivisten kuvanlaskentatapojen mahdollistavan alhaisemmat potilasannokset sekä kuvausprotokollien säteilyannosten huomioiminen, joka edesauttaa kehittämään kuvausprotokollia ja näin vähentämään potilaalle aiheutuvaa säteilyrasitusta.

## **2.5 Potilaan säteilyaltistuksen arvioiminen**

Toiminnanharjoittajan velvollisuuksiin kuuluu potilaan säteilyaltistuksen seuranta ja se toimii osana laadunvarmistusta. Tarkoituksena on varmistaa, ettei potilaalle aiheutuva säteilyaltistus ole

kohtuuttoman suuri. Säteilyaltistuksen arvioinnissa käytetään hyödyksi vertailutasoja, joilla pyritään havaitsemaan ne röntgenlaitteet ja tutkimuskäytännöt, joista aiheutuu tavanomaista suurempia altistuksia. Säteilyaltistustiedot raportoidaan Säteilyturvakeskukselle ja kerätyistä raporteista STUK kokoaa ja julkaisee arviot potilaiden säteilyaltistuksesta valtakunnallisesti. (Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen 2004,3.) Keskimääräisen säteilyaltistuksen seuraaminen voi paljastaa laitekohtaisia vikoja ja STUKin vuosiraportin mukaan vuonna 2018 ilmoitettiin erilaisista laitevioista johtuvia poikkeavia tapahtumia 19 kpl. (Pastila 2018, 20).

STUKin oikeutusarviointia ja säteilysuojelun optimointia lääketieteellisessä altistuksessa koskevan määräyksen (STUK S/4/2019, 10§) mukaan toiminnanharjoittajan on verrattava keskimäärin potilaalle aiheutuvaa säteilyaltistusta kuvaavaa arvoa kolmen vuoden välein vertailutasoon ja aina silloin, kun tutkimuskäytäntöjen tai kuvausarvojen muuttuessa potilaan säteilyannos muuttuu. Röntgenhoitajalla on velvollisuus omassa työssään seurata tutkimuksista aiheutuvia annoksia niiden suuren vaihtelun vuoksi sekä kiinnittää omassa työskentelyssään huomiota annostasoihin. Annostasojen seuraamisessa käytetään apuna vertailutasoja. (Korpela 2004, 247.) Vertailutaso on etukäteen määritelty säteilyannostaso, joka ei ylitä normaalikokoisen potilaan tutkimusta tai toimenpidettä tehtäessä. Vertailutasot ovat tarkoitettu vain normaali ruumiinrakenteisten ja keskikokoisten potilaiden keskimääräisten annostasojen vertailuun. STUK tarkistaa vertailutasot muutaman vuoden välein ja tarvittaessa antaa uudet. (Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen 2004, 3.) Uusimmat vertailutasot on asetettu vuonna 2019.

Yleisesti on havaittu, että samasta tutkimuksesta aiheutuva annos voi vaihdella paljon potilaiden välillä. Annosvaihtelut voivat aiheutua potilaiden kokoeroista, rakenteista, terveydentilasta ja ennen kaikkea tutkimusindikaatiosta. Suurin osa vaihteluista aiheutuu tutkimustekniikkaan liittyvistä eroista, laitteiden toiminnasta sekä saavutetusta kuvanlaadusta. Euroopan komissio on julkaissut 36 eurooppalaismaassa tehtyjä vertailutasoja lasten ja aikuisten tutkimuksista. Suomessa käytössä olevat vertailutasot perustuvat osittain omaan aineistoon. (European Commission 2014, 3.) Tietokonetomografiatutkimuksissa aiheutuvan säteilyaltistusten tietoja verrataan CTKI<sub>vol</sub> ja KLP-suureisiin. Vertailutasot on esitetty tietyille kuvausalueille sekä kuvausindikaatioon perustuen. Taulukossa 1 on esitetty esimerkkejä tavanomaisimmista aikuisten kehon alueen TT-tutkimusten vertailutasoista ja taulukossa 2 on esitetty vertailutasoja kuvausindikaatioihin perustuen. (STUK S/4/2019.)

TAULUKKO 1. Aikuisten tavanomaisten tietokonetomografiatutkimusten vertailutasoja (STUK S/4/2019)

Alue	CTKI <sub>vol</sub> [mGy]	KLP [mGy*cm]
Pää	55	800
Vatsa	12	560
Vartalo	12	770

Taulukoissa esitetyt vertailutasot tarkoittavat yhdestä kuvasarjasta aiheutuvaa säteilyaltistusta, ja ne on määritelty tutkimuksille, joissa on käytetty vain yhtä kuvapakkaa. Potilaan painon on näitä vertailutasoja käytettäessä oltava 60-90 kg.

TAULUKKO 2. Kuvausindikaatioihin perustuvat vertailutasot (STUK S/4/2019)

Kuvausindikaatio	CTKI <sub>vol</sub> [mGy]	KLP [mGy*cm]
Keuhkotuumoriepäily	11	800
Keuhkojen HRTT-tutkimus	5	140
Virtsatiekiviepäily	7	330
Lymfoomaepäily	11	970
Trauma-TT (vartalo)	17	1300

Lasten vertailutasot TT-tutkimuksissa on annettu erikseen pään TT-tutkimukselle ja aivokammion koon tutkimukseen. Lapsen keuhkojen, vatsan ja vartalon vertailutasot on esitetty tilavuuden TT-ilmakermaindeksin ja ilmakerman ja pituuden tulona potilaan painon funktiona STUK:in

määräyksessä S/4/2019. Taulukossa 2 on esimerkkejä lapsen pään TT-tutkimusten vertailutasoista ikäryhmittäin. (STUK S/4/2019, 5,9.)

TAULUKKO 3. Lasten pään TT-tutkimusten vertailutasoja ikäryhmittäin (STUK S/4/2019)

Ikäryhmä	CTK <sub>vol</sub> [mGy]	KLP [mGy*cm]
<1	23	330
1-5	25	370
5-10	29	460
10-15	35	560

Lasten kuvantamisessa on otettava huomioon lapsen koko sekä tutkimuksen erityispiirteet. Säteilylle altistava tutkimus on suunniteltava yksilökohtaisesti ja suoritettava sellaisella laitteella, jolla voidaan saavuttaa alhaisin säteilyaltistus. Mikäli keskimääräinen säteilyaltistusta kuvaava arvo on suurempi kuin vertailutaso, täytyy suuren säteilyaltistuksen syy selvitettävä ja tarvittaessa ryhdyttyvä toimenpiteisiin säteilyaltistuksen pienentämiseksi. Tämä koskee sekä aikuisten että lasten vertailutasoja. (STUK S/4/2019 6§,10§.) Lapsilla säteilyä vaimentavan kudoksen paksuus on pienempi kuin aikuisilla, jolloin säteilyä siroaa ja vaimenee vähemmän lapsia kuin aikuisia kuvattaessa. Tällöin pienempi säteilyannos on riittävä tarvittavaan kuvanlaatuun. Erityisesti lapsien kohdalla kuvausparametrien valinnalla on suuri vaikutus kuvauksesta aiheutuvaan säteilyriskiin, sillä laitteiden annosnäytöt eivät ota huomioon potilaan yksilöllisiä eroja. (Lasten TT-tutkimusohjeisto 2012, 7.)

### 3 PROJEKTIN LÄHTÖKOHDAT

Opinnäytetyön idea tuli yliopettaja Anja Henneriltä ja lähtökohtana materiaalille oli opiskelijoiden puutteellinen tietämys TT:ssä käytettävistä annossuureista. Vuonna 2017 Nepalin yliopistossa selvitettiin röntgenhoitajien- ja opiskelijoiden tietämystä säteilystä. Tutkimuksen pohjalta todettiin, että röntgenhoitajien- ja opiskelijoiden keskuudessa yleinen tietämys säteilystä oli tyydyttävää. Useimmat tutkimukseen osallistujat olivat vastanneet väärin kysymyksiin, jotka liittyivät annossuureisiin, läpivalaisuun, turvalliseen etäisyyteen säteilylähteestä sekä keuhkokuvan aiheuttamaan syöpäriskiin. Lääketieteellisestä kuvantamisesta aiheutuva ionisoiva säteily on suurin säteilylähde ihmisille, joten röntgenhoitajan tulisi ymmärtää säteilyn aiheuttamat riskit, edut ja hyödyt. (Maharjan 2017,1-2.)

Oulun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelmaan kuuluva Lääketieteellisen säteilyn turvallinen käyttö II -opintojaksolla käydään läpi muun muassa tietokonetomografiaa fysiikan osalta. Opintojakson aikana annossuureisiin tutustuminen jäi niukaksi, joten koin itse, että toiminnallisen opinnäytetyön avulla pääsen perehtymään syvemmin tietokonetomografiaan kuvantamismenetelmänä ja tutkimuksista aiheutuvan säteilyannoksen muodostumiseen, mittaamiseen sekä määrittämiseen.

#### 3.1 Projektin tarkoitus ja tavoite

Projektin tavoitteella on tarkoitus kuvata muutosta, jonka avulla pyritään vaikuttamaan nykytilanteeseen. Tavoitteena on aikaansaada vaikutuksia, joita hyödynsaajat kykenevät käyttämään. Tavoitteet voidaan jakaa välittömiin ja kehitystavoitteisiin. Kehitystavoite kuvaa pitkän aikavälin muutosta kohderyhmän kannalta. Välittömät tavoitteet kuvaavat projektin tuotoksen konkreettista lopputulosta. (Silfverberg 2007, 5, 40.) Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa virtuaaliseen oppimisympäristöön havainnollistettu opiskelumateriaali, jonka avulla opiskelijat voivat perehtyä TT-tutkimuksissa käytettäviin annossuureisiin ja tällöin edistää oppimistaan niiden osalta. Materiaalin tavoitteena on syventää röntgenhoitajaopiskelijoiden sekä valmistuneiden röntgenhoitajien tietämystä annossuureista ja tarjota ajantasainen, 15.12.2018 voimaan tullutta säteilylainsäädäntöä vastaava opiskelumateriaali. Tietämyksen syventämisen lisäksi opinnäytetyön tavoitteena on kehittää ammatillista asiantuntijuutta annosoptimointia arvioitaessa.

Pitkän aikavälin tavoitteena on lisätä röntgenhoitajaopiskelijoiden itsevarmuutta käyttää annostietämystä osana optimoinnin toteutumista ja oikeutusperiaatteen soveltamista niin harjoittelun aikana kuin myös työelämässä. Uskon tämän tuotteen vaikuttavan myös positiivisesti opiskelijoiden annostietämykseen. Projektin kehitystavoitteena oli tehostaa opettajien ajankäyttöä, jolloin opettajat voivat hyödyntää materiaalia Oulun ammattikorkeakoulun simulaatio-opetuksessa. Omat pitkän aikavälin oppimistavoitteeni tässä opinnäytetyössä oli relevantin tietoperustan etsiminen lähdekritiikin huomioiden sekä tietojen hyödyntäminen ja soveltaminen käytännössä. Välittömiä oppimistavoitteita olivat määritellä aiheen kannalta oleelliset käsitteet, kehittyä tiedonhaussa ja koota yhteenvetoa luotettavista näyttöön perustuvista lähteistä.

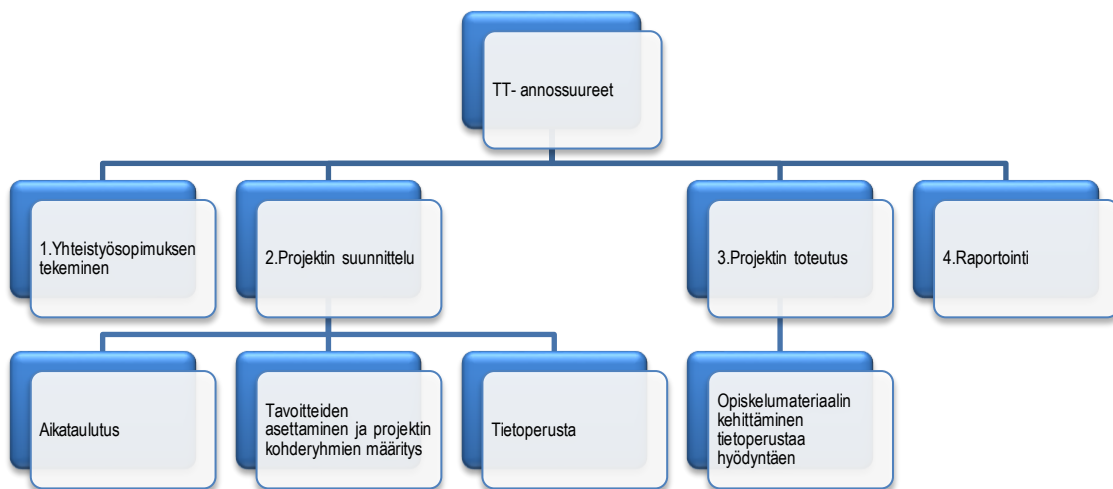
## 4 OPISKELUMATERIAALIN SISÄLLÖN JA PROJEKTIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Virtuaaliseen oppimisympäristöön lisättävän opiskelumateriaalin oli tarkoitus olla helposti luettava, havainnollinen ja mieleenpainuva materiaali röntgenhoitajaopiskelijoille. Materiaalin suunnitteluvaiheessa laadittiin tietoperusta, joka perustuu tieteellisten julkaisujen artikkeleihin sekä ajantasaiseen tietoon tietokonetomografiasta. Tietoperustassa on käytetty sekä kotimaisia- että kansainvälisiä radiografia-alan lähteitä ja niiden etsimiseen käytettiin Oulun ammattikorkeakoulun elektronisia tietokantoja. Luotettavaksi todetut lähteet olivat esimerkiksi Kliininen radiografiatiedelehti, Terveysportti, Säteilyturvakeskuksen julkaisut sekä kansainväliset järjestöt ja yhteisöt kuten IAEA (International Atomic Energy Agency) ja AAPM (American Association of Physicists in Medicine). Tietolähteet oli rajattava tuoreimpaan tietoon, sillä päivitetyssä säteilylaissa annossuureet ovat esitetty eri termeillä kuin ennen säteilylain uudistusta. Tämä osoittautui haastavaksi, sillä nykyisellä termistöllä olevia suureita ei oltu vielä opinnäytetyön raporttia kirjoittaessa juurikaan käsitelty radiografia-alan julkaisuissa. Jotta materiaaliin saatiin ajan tasalla olevaa tietoa, yli viisi vuotta vanhat tietokonetomografian tekniikkaa koskevat julkaisut rajattiin valittujen lähteiden ulkopuolelle. Projektin suunnitteluvaiheessa käytettiin hyväksi projektiosaamiseen liittyvää kirjallisuutta, kuten esimerkiksi Silfverbergin (2007) Ideasta projektiksi –kirjaa sekä Mäntynevan (2016) Hallittu projekti: Jäntevästä suunnittelusta menestykselliseen toteutukseen –kirjaa.

Projekti voidaan jakaa valmistelu, -suunnittelu, -toteutus -ja päätösvaiheeseen. Projektin taustalla on yleensä tarve, joka rajaa projektin laajuuden ja täten myös määrittää projektin kohdistumisen, jolloin projektin valmistelu voi alkaa. Suunnittelun yhteydessä määritellään projektin laajuus, kattavuus sekä tarkemmat tavoitteet. Projektin tavoitteista tulee luoda tarvittavat toimet, jotka toteuttamisen jälkeen päästäisiin tavoitteisiin. Toteutusvaiheessa keskitytään tuotteen toteutukseen, joka on luotu suunnitteluvaiheessa. Mahdollisiin projektin aikana tuleviin muutoksiin täytyy reagoida ja tehdä tarpeelliset toimenpiteet. (Mäntyneva 2016, 17-19.)

Eri vaiheet lisäävät projektin hallittavuutta ja aikataulutusta sekä tukevat projektin ohjausta ja johtamista. Aikataulutaminen varmistaa sen, että projektin valmistuminen on mahdollista tiettyssä aikataavoitteessa. Projektille on tärkeää määritellä sen luonteen mukaiset vaiheet. Puukaaviota voidaan käyttää jäsentämään kaikki projektiin liittyvät tehtävät. (Mäntyneva 2016, 61,63.) Tämän

opinnäytetyön suunnitteluvaiheessa hyödynnettiin projektin puukaaviota ja projektin rakenne on hahmoteltu kuviossa 2. Kuviossa kaikki projektiin liittyvät vaiheet on jäsennetty loogisesti ja siinä on huomioitu myös yhteistyösopimuksen tekeminen.



KUVIO 2. Projektin vaiheet

Aiheen projektiin sain yliopettaja Anja Henneriltä keväällä 2019, jonka jälkeen aloin laatia projektisuunnitelmaa. Opiskelumateriaalin toteutus ajoittui kesään 2019 ja tavoitteena oli saada materiaali esitestaukseen röntgenhoitajaopiskelijoille syyslukukauden alussa. Kesä-, heinä- ja elokuun aikana laadin tietoperustaa sekä havainnollistavia kuvia hyödyntäen PowerPoint - diaesityksen materiaaliksi opiskelijoille. Lokakuussa 2019 tein muutokset materiaaliin esitestaukskyselystä saadun palautteen sekä ohjaavien opettajien antamien näkökulmien perusteella. Esitin opinnäytetyöni marraskuussa 2019 Oulun ammattikorkeakoululla järjestetyillä Hyvinvointia yhdessä -päivillä. Opinnäytetyön raportin kirjoittaminen ajoittui keväälle 2020.



#### **4.1 Projektin kohderyhmät ja hyödynsaajat**

Silfverbergin (2007, 39) mukaan kohderyhmäksi valitaan ne, jotka projektin tulosten kannalta ovat ryhmänä tärkeimpänä ja tuotteen varsinaiset hyödyt pyritään ohjaamaan tälle ryhmälle. Tämän opinnäytetyönä luodun tuotteen kohderyhmänä on röntgenhoitajaopiskelijat sekä kaikki säteilynkäytön ammattilaiset ja siitä kiinnostuneet. Opinnäytetyön tuotoksena syntyneestä opiskelumateriaalista hyötyvät niin opiskelijat kuin opettajatkin. Opettajat voivat hyödyntää opiskelumateriaalia virtuaalisessa ohjausympäristössä Oulun ammattikorkeakoulun simulaatio-opetuksessa. Opiskelumateriaalia on helppo markkinoida helpottamaan radiografian- ja sädehoidon tutkinto-ohjelman opiskelijoita opiskelujensa aikana, sillä materiaali helpottaa annossuureisiin perehtymistä sekä kertaamaan tietokonetomografiaa kuvantamismenetelmänä.

#### **4.2 Opiskelumateriaalin ulkoasun suunnittelu ja toteutus**

Halusin alusta asti käyttää mahdollisimman paljon havainnollistavia kuvia tekstin tueksi. Salo (2013, 3) mukaan materiaalista on hyvä tehdä visuaalisesti mahdollisimman rauhallinen ja selkeä, jotta lukijan on helppo kohdistaa huomio oleellisiin asioihin. Kaikkein luettavin väri on musta teksti vaalealla pohjalla. Opiskelumateriaalin värimaailma painoittui pääsääntöisesti vaaleaan pohjaväriin mustalla tekstillä ja kontrastia antoi diojen reunalla oleva tummempi brodeeraus (ks. kuvio 3). Kontrastiero helpottaa lukemista ja voimakkaita vastavärejä tulisi välttää vierekkäin. (Kuutti 2003, 100.) Opiskelumateriaalin kirjaisintyyppinä käytin Gili Sans MT -fonttia ja värinä käytin mustaa sen erottuvuuden vuoksi. Otin huomioon materiaalia suunniteltaessa lukijoiden mahdolliset näkökykyä heikentävät tekijät, kuten puna-viher- ja violetti-viher-sokeuden (ks. Salo 2013, 5) joten mitään tekstiä tai muuta informaatiota ei ole korostettu edellä mainituilla väreillä.

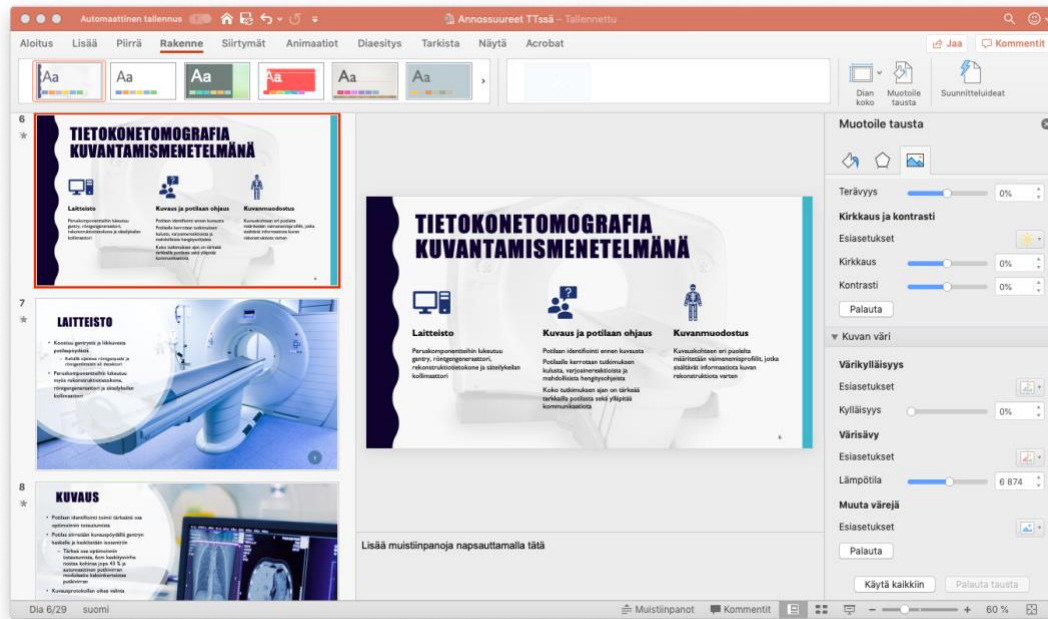
Opiskelumateriaali toimii hyvänä kertausmateriaalina tietokonetomografiasta, sillä siinä on esitetty annossuureiden lisäksi tiivistetysti tietokonetomografian kuvanmuodostus, kuvaus ja potilaan ohjaus sekä annossuureiden osuus optimoinnin toteutumisessa. Materiaali luotiin Powerpoint -ohjelmistolla, joka toimii yleisimmillä Windows- ja OS X -käyttöjärjestelmissä. Puoleksa välissä materiaalin luomista, halusin kokeilla eri ohjelmien ja sivujen avulla tuotteen luomista, sillä Powerpoint -ohjelmalla ei saanut materiaalia A5-kokoiselle palstalle niillä suunnittelumalleilla, joita

olin siihen mennessä käyttänyt. Päädyin kuitenkin tekemään materiaalin loppuun Powerpoint -ohjelmalla, sillä ohjelman luoma suunnittelumalli vastasi visuaalisesti niitä kriteereitä, joita olin materiaalille asettanut.



KUVIO 3. Kuvakaappaus opiskelumateriaalista

Fysikaalisiin ilmiöihin liittyvät kuvat ovat kulttuuririippumattomia ja ovat täten tunnistettavissa missä tahansa. (Kuutti 2003,98). Esimerkiksi ionisoivan säteilyn varoitusmerkkiä käytin havainnollistaessa tilavuuden TT-ilmakermaindeksiä (kuvio 3). Käyttämäni kuvat on ladattu ilmaiseksi Googlen, Adobe Stock ja Pixabay -kuvapalveluista. Kuvia etsiessä hyödynsin hakusanoja "ct scan", "ct scanner", "nurse comforting patient" ja "radiographer". Käytin muutamassa diassa voimakkaita kuvia mielenkiinnon ylläpitämiseksi ja luomaan kontrastia (kuvio 4).



KUVIO 4. Kuvakaappaus Powerpoint-ohjelmalla toteutetusta opiskelumateriaalista

Opiskelumateriaalin loppuun oli tarkoituksena luoda tietovisa Kahoot! selainpohjaiseen tietokilpailusovellukseen, jolloin opiskelija voi testata oppimaansa sekä materiaalin käyttäjälähtöisyyttä. Kahoot! sovellus soveltuu paremmin ryhmän keskuudessa järjestettäviin tietokilpailuihin, joten päädyin käyttämään sen sijaan Googlen kehittämää Google Forms -kyselysovellusta.

### 4.3 Opiskelumateriaalin laatuksiteerit

Laatukriteereillä kuvataan tuotteen olennaisia ominaisuuksia sekä arvioidaan tavoitteiden saavuttamista ennalta asetettujen mittareiden avulla. Tavoitteen saavuttamista, eli tuotteen valmistumista, mitataan seuraamalla vastaako tuote laadullisesti hyvää tasoa. (Idänpään-Heikkilä, Outinen, Nordblad, Päivärinta & Mäkelä 2000, 9.) Tämän opinnäytetyön tuotoksena tehdyn opiskelumateriaalin laatuksiteerit on esitetty tämän raportin lopussa (Liite 1). Opetushallitus on laatinut verkko-oppimateriaalille laatuksiteerejä, joista on soveltuvin osin poimittu kriteeristöä tälle opinnäytetyölle. Kaikkia verkko-oppimateriaalityyppejä koskevaa yhtä kriteeristöä ei voi luoda, sillä oppimateriaalit ovat usein niin monimuotoisia. Tällöin materiaalin laatua arvioitaessa pitää osa kriteereistä jättää huomioimatta. Opetushallituksen kriteerit on kirjattu suuremmiksi pääperiaatteiksi, jotka on jaettu kuvailempiin alaluokkiin. (Opetushallituksen työryhmä 2006, 14.)

Soveltuvuus-, käytettävyys- ja esteettömyyskriteerit ovat pääperiaatteita opiskelumateriaalin laatukriteereille. Pedagogisella laadulla tarkoitetaan opetusmateriaalin soveltuvuutta kohderyhmän käyttöön ja pedagogisen lisäarvon tarjoamista. Käytettävyys tarkoittaa opetusmateriaalin rakenteen, käyttöliittymäsuunnittelun ja teknisen toteutuksen tuottamaa käytön sujuvuutta. Materiaalin esteettömyydellä tarkoitetaan sitä, että se on kaikkien käytettävissä riippumatta fyysisistä tai psyykkisistä ominaisuuksista. (Opetushallituksen työryhmä 2006, 14-28.)

Kuutin (2003, 52,90) mukaan tuotteen ulkoasu vaikuttaa tuotteen käytettävyyteen ja visuaalinen suunnittelu toimii oleellisena osana käytettävyyttä. Visuaalisen ilmeen kriteerinä tekstille oli, että se on käyttäjälähtöistä ja hyvää kieltä. Kohderyhmän tunteminen on tuotteen suunnittelussa tärkeää, sillä kapealle käyttäjäryhmälle suunnitellussa tuotteessa voidaan käyttää kohderyhmälle luonnollista kieltä. Tämän opinnäytetyön tuotoksen kohderyhmänä olivat röntgenhoitajaopiskelijat, jolloin opiskelumateriaalissa on luonnollista käyttää radiografia-alan termistöä. Kuvat ovat osana visuaalista ilmettä ja kuvien avulla voidaan kiinnittää käyttäjän huomiota. Pelottavat tai kiinnostavat asiat kiinnittävät ihmisen huomion parhaiten, mutta ylimääräinen häly ja keskenään huomiosta kilpailevat kuvat tai elementit pilaavat helposti tuotteen käyttöliittymän. (Kuutti 2003, 94-95.) Nämä asiat huomioon ottaen tuotteessa on käytetty vain puhuttelevia kuvia, jotka tukevat tekstiä.

## 5 OPISKELUMATERIAALIN JA PROJEKTIN ARVIOINTI

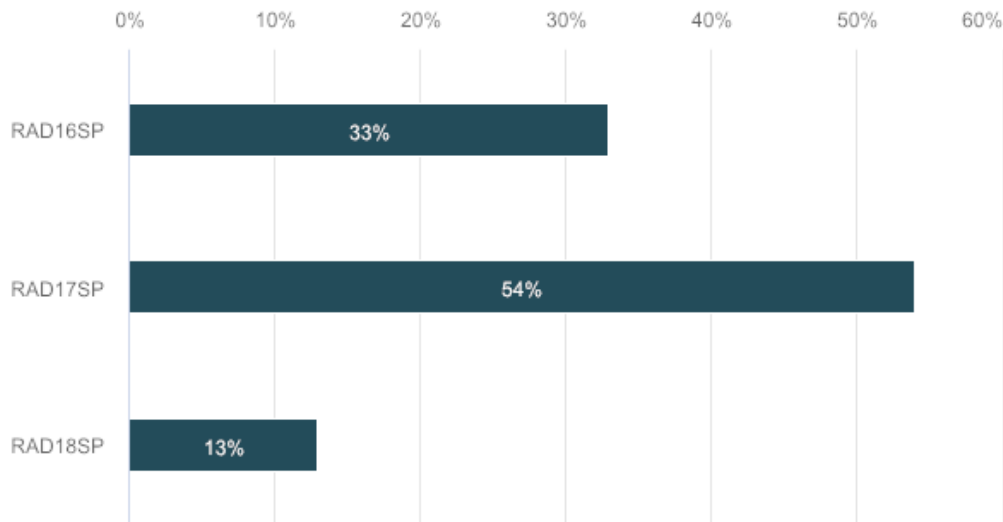
Opinnäytetyötä arvioitaessa ensimmäisenä arvioinnin kohteena on työn idea ja siihen liittyvä ongelman kuvaus. Seuraavaksi voidaan arvioida asetettuja tavoitteita ja niiden saavuttamista, tietoperustaa sekä kohderyhmää. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 154-155.) Opinnäytetyön idea oli tehdä opiskelumateriaalia TT:ssä käytettävistä annossuureista röntgenhoitajaopiskelijoille, sillä projektin sidosryhmät olivat kokeneet opiskelijoiden annostietämyksen vähäiseksi ja tätä kokemusta tukevat myös useat tutkimukset. Tavoitteena oli tehdä hyödyllinen opiskelumateriaali, joka tukee annossuureisiin perehtymistä. Projektilla saavutettava tulos oli oman oppimisen kannalta TT-tutkimuksista aiheutuvien säteilyannossuureiden sisäistäminen ja täten oman ammattitaidon edistäminen tulevana säteilyn käyttäjänä. Opiskelumateriaalin loppuun lisättiin tietovisapohjainen kysely, jonka avulla opiskelija voi arvioida opiskelumateriaalin sisällön omaksumista. Röntgenhoitajaopiskelijoiden palautteet tuotteesta ovat myös merkittävä rooli mitattaessa tuotteen käyttäjälähtöisyyttä ja laatua.

### 5.1 Opiskelumateriaalin arviointi palautekyselyn perusteella

Opiskelumateriaalille asetettiin laatukriteerit, joiden pohjalta laadittiin palautekysely materiaalin kehittämistä ja arvioimista varten (Liite 2). Palautekyselyä varten laadittiin saatekirje (Liite 3). Kysely lähetettiin lokakuussa 2019 kolmelle eri radiografian- ja sädehoidon tutkinto-ohjelman röntgenhoitajaopiskelijaryhmille (RAD16SP, RAD17SP, RAD18SM) sillä he olivat käyneet tietokonetomografiatutkimuksiin liittyvän opintojakson kyselyn lähettämisaikana mennessä ja toimivat esitestajina opiskelumateriaalille. Kysely tehtiin Webropol-kyselytyökalulla, koska osana tutkivan kehittämisen opintojaksoa harjoiteltiin Webropolin käyttöä, joten siitä löytyi käyttökokemusta.

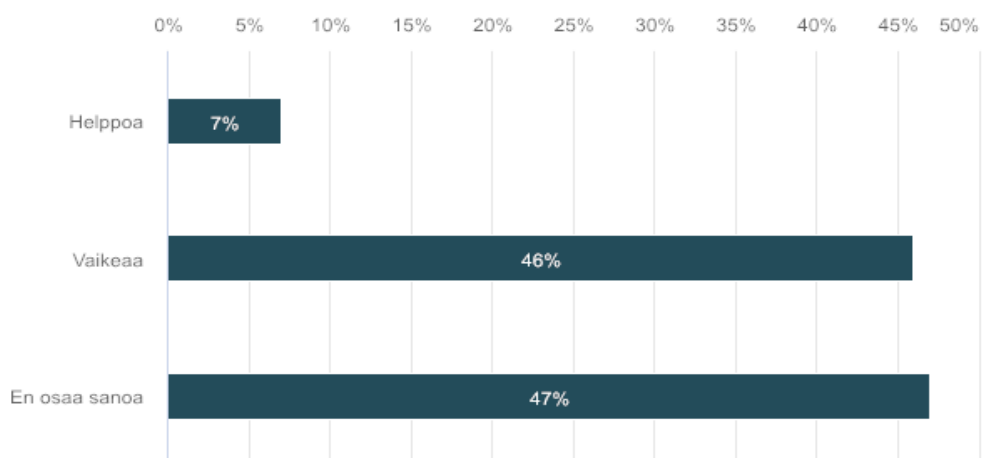
Palautekysely sisälsi viisi kysymystä, joista yhteen vastattiin Likert-asteikolla ”samanmielisyyden” määrän mukaan. (ks. Menetelmäopetuksen tietovaranto 2007, viitattu 11.3.2020). Vastausvaihtoehdot olivat numeerisesti 1-5, jossa 1=täysin eri mieltä, 2=jokseenkin eri mieltä, 3=en osaa sanoa, 4=jokseenkin samaa mieltä ja 5=täysin samaa mieltä. Kolme muuta kysymystä olivat avoimia kysymyksiä. Lopussa oli kehitysideoille ja mielipiteelle avoin osio. Palautekysely lähetettiin 80:lle opiskelijalle, joista 15 vastasi kyselyyn eli 19% vastaanottajista (n=15). Kyselyyn

vastanneista 33% (n=5) oli RAD16SP-ryhmän opiskelijoita, yli puolet vastanneista eli 53% (n=8) olivat RAD17SP-ryhmän opiskelijoita ja loput 13% (n=2) olivat RAD18SP-ryhmän opiskelijoita. Palautekyselyyn vastanneiden prosentuaaliset osuudet on esitetty kuviossa 3.



KUVIO 3. Palautekyselyyn vastanneet ryhmittäin t (n=15)

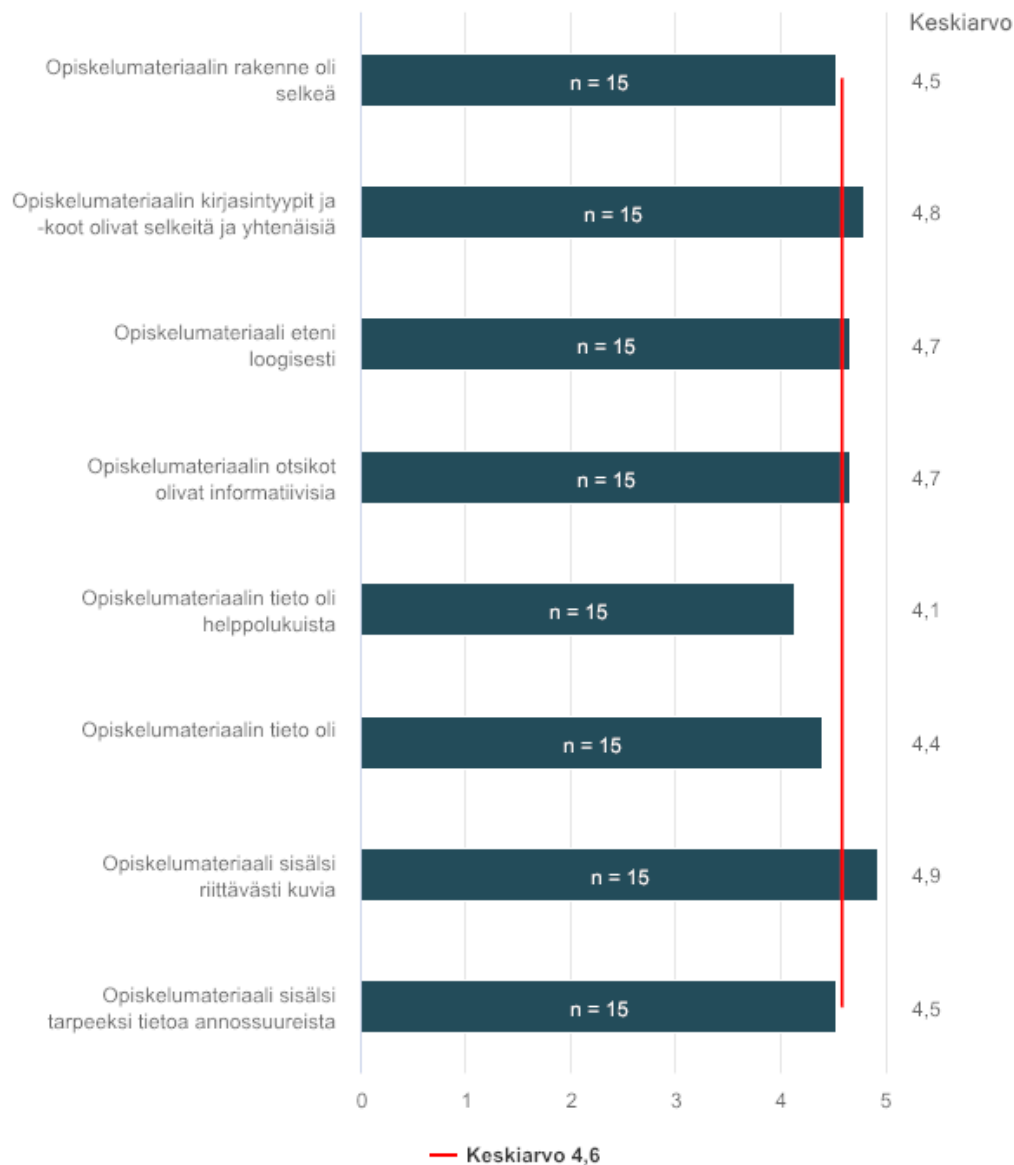
Lähtökohtana virtuaalimaailmaan upotetun esityksen tekemisessä oli opiskelijoiden niukka tietämys annossuureista ja tämä tuli ilmi myös palautekyselyssä. Kyselyn toinen kysymys koski opiskelijoiden kokemuksia annossuureiden oppimisesta tietokonetomografiaan liittyvissä opintojaksoissa. Vastanneista 46% (n=7) koki annossuureiden oppimisen vaikeaksi ja 47 % (n=7) ei osannut sanoa. Helpoksi annossuureiden oppimisen koki 7% (n=1) vastanneista. Kyselyyn vastanneiden arvio omasta oppimisesta annossuureiden osalta on esitetty kuviossa 4.



KUVIO 4. Palautekyselyyn vastanneiden arvio omasta oppimisestaan annossuureista tietokonetomografiaan liittyvissä opintojaksoissa (n=15)

Opiskelumateriaalin soveltuvuutta ja käytettävyyttä arvioitiin numeroarvosanoilla 1-5, jossa 1=täysin eri mieltä, 2=jokseenkin eri mieltä, 3=en osaa sanoa, 4=jokseenkin samaa mieltä ja 5=täysin samaa mieltä. Vastanneista 46% oli jokseenkin samaa mieltä siitä, että materiaalin rakenne oli selkeä ja 53% vastanneista oli täysin samaa mieltä. Yli puolet vastanneista (80%) oli täysin samaa mieltä siitä, että käytetyt kirjasintyypit ja -koot olivat selkeitä ja yhtenäisiä ja 20% vastanneista oli jokseenkin samaa mieltä. Opiskelumateriaalin loogisesta etenemisestä 33% oli jokseenkin samaa mieltä ja 66% täysin samaa mieltä. Otsikoiden informatiivisuudesta ja opiskelumateriaalin helppolukuisuudessa ilmeni hajontaa enemmän, 6% ei osannut sanoa, 20% oli jokseenkin samaa mieltä ja kuitenkin yli puolet (73%) olivat täysin samaa mieltä otsikoiden informatiivisuudesta. Jokseenkin eri mieltä helppolukuisuudesta oli 6% vastanneista, 13% ei osannut sanoa ja 40% olivat jokseenkin samaa mieltä ja sama prosentuaalinen osuus täysin samaa mieltä.

Vastanneista 6% ei osannut sanoa, oliko opiskelumateriaalin tieto oleellista, kun taas 46% vastanneista oli joko jokseenkin samaa tai täysin samaa mieltä tiedon oleellisuudesta. Suurin osa (93%) oli täysin samaa mieltä siitä, että opiskelumateriaali sisälsi riittävästi kuvia ja loput (7%) oli jokseenkin samaa mieltä kuvien riittävydestä. Opiskelumateriaalin sisällöstä annossuureiden osalta 6% ei osannut sanoa sen olevan riittävä, 33% oli jokseenkin samaa mieltä ja 60% oli täysin samaa mieltä siitä, että opiskelumateriaalissa oli riittävästi tietoa annossuureista. Keskiarvo kaikille laatuvaatimuksille oli 4.6 ja arvosanajakauma on esitetty kuviossa 6.



KUVIO 5. Palautekyselyyn vastanneiden arvio esityksen eri osa-alueista (n=15)

Projektin yhtenä tavoitteena oli tehdä opiskelumateriaalista havainnollistava annossuureiden osalta ja enemmistö vastanneista (93%, n=14) piti opiskelumateriaalia riittävän havainnollistavana annossuureiden osalta ja loput (7%, n=1) ei pitänyt sen olevan riittävän havainnollistava.

Palautekyselyn lopussa oli kehitysideoille ja avoimelle mielipiteelle tarkoitettu osio. Useat palautekyselyyn vastanneista pitivät opiskelumateriaalia visuaalisesti hienona, selkeänä sekä asiasisällöltään laadukkaana ja informatiivisena. Muutama kyselyyn vastanneista ehdotti jakamaan osaa dioista useammaksi, jotta yhdessä diassa ei olisi liikaa tekstiä. Käytettävyyttä testattaessa muutamalla vastanneista esitys ei ollut toiminut toivotunlaisesti vaan diojen välissä sisältö oli hävinnyt. Tämä ongelma oli tullut ilmi aukaistaessa esitystä Outlookin sähköpostilla, joten virhe on



potentiaalisimmin Outlookin ja Powerpointin keskenäisessä tiedonvälityksessä. Virhe korjaantui, kun poistin opiskelumateriaalin diojen välissä tapahtuvat liikkeet.

*”Kaiken kaikkiaan hyvä diaesitys. Selkeä ulkoasu ja fontti, hyvät kuvat. Sisältö oleellista ja kieli helppolukuista. Osalla dioista ehkä hieman liikaa tekstiä?”*

*”Todella informatiivinen paketti! Diaesitys hyvin monipuolinen ja helposti ymmärrettävissä oleva.”*

*”Erittäin hyvä esitys, olisi varmasti hyvä ja havainnollistava apu opetukseen ja annossuureiden kertaamiseen.”*

Opiskelumateriaalista haluttiin havainnollistava, hyödyllinen ja käyttötarkoitustaan palveleva. Opiskelumateriaalin esitestaajat olivat kokeneet opiskelumateriaalin informatiiviseksi, monipuoliseksi sekä hyödylliseksi opetuksessa ja annossuureiden kertaamisessa. Eräs vastanneista oli kokenut, että ilmakermaa ei ollut havainnollistettu tarpeeksi tarkasti. Tämän huomautuksen jälkeen lisäsin ilmakermaa koskevaan diaan muutamia tarkennuksia, jotta sisältö saadaan vastaamaan mahdollisimman paljon kohderyhmän tarpeita.

## **5.2 Opiskelumateriaalin ja projektin itsearviointi**

Itsearviointi on prosessi, jossa tarkastellaan, kehitetään ja korjataan omaa toimintaa. Itsearvioinnissa tulee pohtia tavoitteiden saavuttamista sekä sitä, onko asiat tehty oikein. Itsearviointi käsittää omien toimien kriittisesti tarkastelevaa toimintaa, joka kytkeytyy projektin jatkuvaan kehittämiseen. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2018, viitattu 11.12.2019; Mäkinen & Uusikylä 2003, 5.) Projektin tuotoksena syntyi mielestäni visuaalisesti mielekäs, näyttävä ja asiasisällöltään informaatiivinen opiskelumateriaali tietokonetomografian annossuureista sekä tiivis kertausmateriaali tietokonetomografiasta lääketieteellisenä kuvantamismenetelmänä. Tuotteen soveltuvuutta kohderyhmälle testattiin palautekyselyn avulla ja aihe rajattiin kohderyhmälle sopivaksi. Pedagoginen laatu on taattu käytetyn tiedon oleellisuudella ja ajantasaisuudella säteilylain ja STUKin antamien säädösten osalta sekä luotettaviksi todetuilla lähteillä. Pedagogista

lisäarvoa tuo kohderyhmälle suunnattu materiaali eli röntgenhoitajaopiskelijoille sekä valmistuneille röntgenhoitajille ja säteilyn käytöstä kiinnostuneille. Opiskelumateriaali toimii yleisimmillä älylaitteilla kuten puhelimilla ja tietokoneilla, joten opiskelumateriaali toteutettiin teknisesti siten, että sen käyttö sujuu ongelmitta. Opiskelumateriaalia pystyy lukemaan myös henkilö, jonka näön tarkkuus on normaalia heikompi, joten esteettömyyskin on huomioitu.

Omat oppimistavoitteeni oli oikean ja relevantin tietoperustan löytäminen ja sen kriittinen arviointi. Pitkän aikavälin oppimistavoitteeseen lukeutui hankittujen tietojen hyödyntäminen ja soveltaminen työelämässä. Välittömiä oppimistavoitteita olivat määritellä aiheen kannalta oleelliset käsitteet ja koota yhteenvetoa luotettavista näyttöön perustavista lähteistä. Eri tutkimustulosten ja artikkeleiden etsiminen onnistui hyvin tiedonhakuoppaiden avulla, mutta ongelmaksi koitui se, että kaikki artikkelit eivät olleet ilmaiseksi luettavissa internetissä. Ohjaavan opettajan avulla sain käyttööni myös maksullisia artikkeleita. Opinnäytetyön pohjaksi rakentui sekä useista eri kotimaisista, että kansainvälisistä lähteistä koottu aineisto.

Jos aloittaisin opiskelumateriaalin tekemisen uudelleen, tekisin sen luultavasti eri pohjalle. Opiskelumateriaalin toteutusvaiheessa yritin etsiä vaihtoehtoisia ohjelmia opiskelumateriaalin tekemiseen, jotta olisin saanut siitä niin sanotusti taitto-ohjelman mukaisen julkaisun. Kokeilin Applen kehittämää Pages tekstinkäsittely- ja sivuntaitto-ohjelmaa opiskelumateriaalin tekemiseen, mutta päädyin kuitenkin käyttämään Powerpoint-ohjelmaa, sillä ohjelman käyttöliittymä oli yksinkertaisempi ja sen tarjoamat suunnitteluideat vastasivat ulkonäöllisesti niitä kriteereitä, joita toivoin opiskelumateriaalin täyttävän. Käyttäisin pohjana internetistä saatavia ilmaisia selainpohjaisia suunnitteluohjelmia. Osittaisesta tyytymättömyydestä huolimatta olen saavuttanut opinnäytetyölle asetetut tavoitteet. Sain koottua ajankohtaisista tieteellisistä julkaisuista relevantin tietoperustan, jota hyödynsin opiskelumateriaalia tehdessä. Tietämys tietokonetomografiatutkimuksissa käytettävistä annossuureista on kehittynyt. Pitkän aikavälin tavoitetta röntgenhoitajaopiskelijoiden annossuureiden osaamisen kehittymisestä on hankala vielä raportointivaiheessa arvioida, mutta palautekyselyn perusteella uskon, että opiskelumateriaalin avulla opiskelijat saavat hyödyllistä materiaalia ja tietämys annossuureista kehittyy. Opiskelumateriaali on tarpeellinen ja hyödyllinen kohderyhmän sekä toimeksiantajan näkökulmasta.

### 5.3 Projektin aikataulun ja kustannusten arviointi

Aikataulutuksen tarkoituksena on sitouttaa projektin osapuolet tekemään asiat tietyssä ajassa ja aikataulutus toimii myös työkaluna projektin edistymisen seurannassa. (Grahn 2010, viitattu 9.12.209). Tämän opinnäytetyön suunnitelmavaiheessa projektille asetettiin aikataulu sen etenemisestä suunnitteluvaiheesta toteutukseen ja lopulta raportointiin. Työsuunnitelmassa (Liite 3) tulee kuvata konkreettiset toimenpiteet tuotosten aikaansaamiseksi. (Silfverberg 2007, 44.) Tämän opinnäytetyön tuotoksien aikaansaamiseksi kerättiin tietoperusta, joka perustuu ajankohtaisiin radiografia-alan tieteellisiin julkaisuihin sekä läpikäydään tavoitteet, kohderyhmät, aikataulutus, kustannusarvio ja riskit. (Oulun ammattikorkeakoulu 2016, viitattu 6.5.2019.) Projekti toteutettiin suurimmalta osin etänä ja opiskelumateriaalin toteutus ajoittui kesään 2019 ja arviointi syksyn 2019 ja kevään 2020 välille. Ennen projektin aloittamista solmittiin Oulun ammattikorkeakoulun kanssa yhteistyösopimus ja hankittiin tutkimusluvut projektiin. Tämän projektin aikaansaama tuotos valmistui suunnitellun aikataulun mukaisesti kesällä 2019. Alkuperäisen suunnitelman mukaan opinnäytetyön raportin olisi pitänyt valmistua tammikuussa 2020, mutta projektipäällikkö kilpaili aikaa vastaan suorittaessaan samanaikaisesti harjoittelujaksoja. Opinnäytetyön raportti valmistui maaliskuussa 2020.

Opinnäytetyöprosessi jakautui suunnittelu-, toteutus- ja raportointivaiheisiin. Opinnäytetyön suunnitelma lähti käyntiin aiheeseen perehtymisellä, tietoperustan keräämisellä lähdekritiikin huomioiden sekä projektiin liittyvien kustannuksien, resurssien ja projektiorganisaation laatimisella. Projektin suunniteltu ja toteutunut aikataulu on esitetty tämän raportin liitteessä 4. Tuotteen tilaus, tietoperustan kerääminen ja suunnitelman kirjoittaminen sekä suunnitelman hyväksyminen onnistuivat suunnitellun aikataulun mukaisesti. Opinnäytetyön raportin kirjoittaminen viivästy noin kahdella kuukaudella, sillä projektista vastaava projektipäällikkö suoritti työharjoittelujaksoja raportin kirjoittamisen aikaan. Tämä ei kuitenkaan vaikuttanut negatiivisesti raportin tekemiseen, vaan antoi mahdollisuuksia reflektoida omaa oppimisprosessia opinnäytetyön eri vaiheissa.

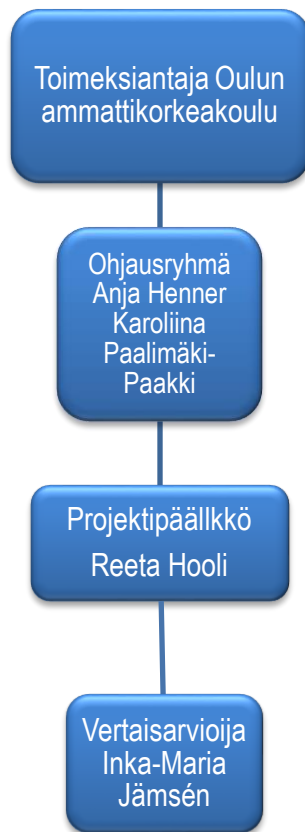
Projektin työstövaihe on toiseksi tärkein vaihe suunnitteluvaiheen jälkeen. Työstämisen aikana realisoituvat kaikki osatekijät, kuten toimijat, materiaalit ja aineistot sekä tiedonhankintamenetelmät. (Salonen 2013, 18.) Projektin toteutusvaiheessa on tärkeää tunnistaa projektin etenemistä ja valmistumista haittaavat tekijät sekä tehdä tarpeelliset toimenpiteet. (Mäntyneva 2016, 19.) Toteutusvaiheessa laadittiin tietoperustaa hyödyntäen 28 sivuinen verkko-opiskelumateriaali Powerpoint-diaesitysohjelmistolla. Powerpoint-ohjelma oli käyttäjäystävällinen

ja tarjosi suunnitteludioja aina sitä mukaa, kun tekstiä syötettiin. Näin dioista saatiin koottua visuaalisesti yhteensopivia sekä esityksestä ammattimaisen ja vaikuttavan näköisen. Opinnäytetyön nimi oli aluksi tietokonetomografiassa käytettävät annosindikaattorit, mutta selvyyden vuoksi nimi vaihdettiin tietokonetomografiassa käytettäviin annossuureisiin. Suunnitelman mukaan opinnäytetyö esiteltiin Hyvinvointia yhdessä -päivillä marraskuussa 2019.

Ennen kuin projekti oli lähtenyt varsinaisesti käyntiin, oli haastavaa arvioida kustannuksia, sillä projektin tavoitteet ja projektin tehtävät sekä niihin kohdistuva työmäärä olivat auki. Projektille voi asettaa suoria ja epäsuoria kustannuksia, joista suoria kustannuksia ovat muun muassa henkilöstön työaika, matkakulut sekä raaka-aineet. (Mäntyneva, 2016. 78-79.) Tässä opinnäytetyössä suora ja suurin kustannuserä oli opiskelijan ja opettajan työtuntimäärät. Opiskelijan ja opettajien yksikkökustannukset määriteltiin Oulun ammattikorkeakoulun toiminnallisen opinnäytetyön suunnitelmassa (Oulun ammattikorkeakoulu 2016, Viitattu 4.4.2019). Matka- ja internetkulut määriteltiin oman auton sekä internetkulujen keskiarvoista. Projektin kustannuseristä matkakustannukset ylittyivät 26 eurolla. Kustannusarvio (Liite 5) tehtiin projektin suunnitelmavaiheessa, minkä vuoksi odottomattomia muutoksia oli hankala ennakoida. Odottamaton muutos oli julkisen liikenteen käyttäminen oman ajoneuvon hajoamisen seurauksena. Tätä kuluerää ei huomioitu kustannusarviota tehdessä eikä myöskään projektin riskianalyysejä kartoitattaessa. Muut kustannuserät pysyivät budjettisuunnitelmassa.

#### **5.4 Projektityöskentelyn ja projektiorganisaation viestinnän arviointi**

Mäntyneva (2016, 21) on kirjassaan määritellyt projektiorganisaation koostuvan projektiryhmästä, projektin ohjausryhmästä sekä projektissa mahdollisesti työskentelevistä asiantuntijoista. Organisaation työskennellessä tietyn projektin edistämiseksi, puhutaan projektiorganisaatiosta. Ohjausryhmä hyväksyy projektisuunnitelman sekä valvoo ja ohjaa projektin kulkua, kun taas projektipäällikkö laatii suunnitelman, käynnistää projektin työskentelyn sekä tekee loppuraportin projektista. Tämän opinnäytetyön projektiorganisaatioon kuuluivat projektipäällikkö Reeta Hooli, projektin vertaisarvioija Inka-Maria Jämsén sekä ohjausryhmän jäsenet, ohjaavat opettajat, Anja Henner ja Karoliina Paalimäki-Paakki. Projektin tuotos siirtyi tilaajaorganisaatiolle käyttöönotettavaksi, joka tässä tapauksessa oli Oulun ammattikorkeakoulu. Projektiorganisaatio on esitetty kuviossa 3.



KUVIO 3. Projektioorganisaatio

Menestyksellinen projektinhallinta toimii keskeisenä osa-alueena projektiviestinnässä. Projektissa eri sidosryhmiä tulee tiedottaa projektiin liittyvistä suunnitelmista, päätöksistä, tavoitteista ja tuloksista. Viestintäsuunnitelma tukee projektiviestintää jo projektin suunnitteluvaiheessa, johon kootaan projektiin liittyvät asiat aikataulutuksineen ja kohderyhmineen. (Mäntyneva 2016, 102.) Tämän projektin aikana viestintä keskittyi sähköpostitse välitettäviin viesteihin ohjausryhmän kanssa sekä opinnäytetyöpajoissa käytäviin ohjaisaikoihin.

Projektin ohjausryhmän ja projektipäällikön välinen viestintä tapahtui sähköpostilla sekä opinnäytetyöpajoissa. Viestintää tapahtui säännöllisesti projektin alussa, tuotteen toteutuksen aikana sekä projektin lopussa. Koin kysymystilanteissa etenkin projektin alussa voimavaraksi opinnäytetyöpajat, joista sain suullista informaatiota ja ohjausta. Toisaalta kirjallinen palaute säilyy, kun taas suullinen ei. (Pelin 2011, 287). Sähköpostitse käytävä viestintä osoittautui työskentelyyni sopivaksi ja toimivaksi. Projektin välitulosten eli opinnäytetyön suunnitelman ja lopputulosten eli opinnäytetyön ja sen raportoinnin hyväksyttäminen hoitui ohjausryhmän eli ohjaavien opettajien,

Anja Hennerin ja Karoliina Paalimäki-Paakin kautta. Heille raportoitiin myös projektin suunnittelu-, toteutus -ja raportointivaiheet. Omia voimavarojani lisäsi merkittävästi ohjaajien joustavuus kommentoida lyhyelläkin varoitusaikalla opinnäytetyötäni sekä heidän asiantuntevat ohjeet eri julkaisujen käyttöön ja myös se, että sain maksullisia artikkeleita heidän kauttansa käyttööni. Erityisesti Anja Henner oli suurena tukena opinnäytetyön alusta saakka. Inka-Maria Jämsén laati kirjallisen vertaisarvioinnin opinnäytetyöni esityksestä Hyvinvointia yhdessä -päivillä sekä toimi opinnäytetyöni vertaisarvioitsijana.

## 6 POHDINTA

Sundaranin (2017, 2,5) mukaan aiemmat tutkimustulokset kertovat terveydenhuollon ammattilaisten tietämyksen säteilyannoksista sekä säteilyn riskeistä kuvantamisessa olevan todella alhaisia. Norjalaistutkimuksessa oli mukana 99 opiskelijaa kahdestaa lääketieteellisestä tiedekunnasta Norjassa. Tutkimus toteutettiin kyselyllä, joka sisälsi seitsemän kysymystä säteilyannoksista ja säteilyn riskeistä. Riippumatta sukupuolesta, iästä ja yliopistosta, opiskelijoiden tietämys säteilystä oli vähäistä. Suurin osa opiskelijoista ilmoitti, että radiologiaan liittyvässä kurssissa ei kiinnitetty riittävästi huomiota säteilyannoksiin ja niihin liittyviin riskeihin. Annossuureisiin liittyville opinnäytetöille sekä yliopistotason pro gradu -tutkielmille olisi selkeästi tarve. Tämän opinnäytetyön toimeksiantajalla, Oulun ammattikorkeakoululla, oli tarve annossuureisiin liittyvään opiskelumateriaaliin, joka olisi helposti käytettävissä opiskelijoilla. Koin omana opiskeluaikanani annossuureiden opetuksen vaikeaksi ja hankalaksi ymmärtää, joten tuotteelle oli selkeä tarve sekä omaan kokemukseen pohjautuen, että toimeksiantajan näkökulmasta. Säteilytietämyksen heikko taso heikentää optimoinnin toteutumista. Laadukkaan opiskelumateriaalin tarjoaminen tukee säteilytietämyksen parantamista.

Toiminnallinen opinnäytetyö oli kiinnostava sen selkeän ja projektinomaisen rakenteensa vuoksi. Opinnäytetyö eteni lineaarisen mallin mukaan tavoitteen määrittelystä suunnitteluun, toteutukseen ja projektin päättämiseen sekä loppuarviointiin. Lineaarinen malli on yksi työn kehittämisen malli, jossa hyödynnetään kehittämisen prosessinomaista perusrakennetta. (Salonen 2013, 13-14.) Koin tietokonetomografiatutkimuksiin liittyvän harjoittelujakson mielenkiintoisena ja halusin perehtyä modaliteettiin syvemmin ja tehdä opinnäytetyön siihen liittyen. Yksin työskennellessä en ollut sidottuna muiden aikatauluihin ja sain tehdä opinnäytetyön eri vaiheita omalla aikataululla. Aika ajoin opinnäytetyön raportin työstäminen tuntui työläimmältä ja vaativimmalta vaiheelta, jolloin toisen tekijän mielipiteelle olisi ollut tarve. Projektityyppisesti toteutetusta opinnäytetyöstä sain arvokasta kokemusta projektityöskentelystä ja useiden sidosryhmien kanssa toimimisesta ja näitä taitoja voin varmasti hyödyntää myös tulevisuuden työelämässä.

Opiskelumateriaalin kohderyhmänä olivat röntgenhoitajaopiskelijat. Opiskelumateriaalia voi hyödyntää Oulun ammattikorkeakoulun simulaatio-opetuksissa, jolloin tuotteesta hyötyvät myös opettajat. Opiskelumateriaalille on selkeä tarve, sillä Webropol-kyselyyn vastanneista yli puolet kokivat annossuureet vaikeana oppimisen kannalta. Myös opettajien havainnot opiskelijoiden

niukasta tietämyksestä annossuureista toimivat yhtenä merkittävänä vaikuttimena tuotteen luomiselle. Optimoinnin toteutumisen kannalta on välttämätöntä ymmärtää mistä potilaalle aiheutuva säteilyannos muodostuu, sen suurus sekä tavanomaiset termit annossuureille. Materiaali on myös ajankohtainen, sillä annossuureille otettiin kansainvälisesti suositeltuja nimityksiä käyttöön säteilylain uudistuessa 15.12.2018.

## 6.1 Tekijänoikeudet ja eettisyys

Toiminnalliseen opinnäytetyöhön liittyvät yhteistyösopimuksen ja aiesuunnitelman tekeminen sekä tutkimusluvan hakeminen. Yhteistyösopimuksessa yhdistetään esimerkiksi useiden toimijoiden resurssit sekä osaaminen. Sopimuksessa on tultava ilmi eri osapuolten tehtävät, oikeudet, velvollisuudet, vastuut ja asema. (Business Finland 2018.) Aiesopimuksella tarkoitetaan alustavasti kirjoitettua sopimusta, jonka tarkoituksena on määrittellä termit ja ehdot, joihin tuotteen tekijä sekä toimeksiantaja ovat tyytyväisiä. (Patentti- ja rekisterihallitus 2016). Tässä opinnäytetyössä aiesuunnitelmassa sovittiin alustava aihe, vastuut ja roolit.

Tekijänoikeuksien keskeinen periaate on suojan ulottumattomuus tietoihin, ideoihin, ajatuksiin, teorioihin ja periaatteisiin. Samasta aiheesta voidaan kehittää useampia opiskelumateriaaleja. Tekijällä on yksinoikeus tuotteen julkaisemiseen, jakamiseen ja muokkaamiseen sekä niiden määrämisiin. Opiskelumateriaalin tekijä luovuttaa yhteistyösopimuksella toimeksiantajalle oikeudet opinnäytetyön julkaisemiseen radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelman opiskelijoille. (Kallio 2014,260.) Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeen (TENK 2012,6) mukaan hyvään tieteelliseen käytäntöön sisältyy tarvittavien tutkimuslupien hankkiminen ennen tutkimuksen aloittamista. Tämän opinnäytetyön tekijänoikeudet on annettu Oulun ammattikorkeakoululle ja koulu voi käyttää työtani esimerkiksi simulaatio-opetuksessa.

Eettisyyden teoriaan liittyy lait ja arvot. Röntgenhoitajaa ohjaavat lainsäädäntö, yleinen ja terveydenhuollon etiikka ja erilaiset ohjeet. Säteilylain (859/2018, 5§,6§,7§) mukaan röntgenhoitajaa ohjeistaa laki säteilysuojelun yleisistä periaatteista; oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaatteista. Erityinen asiantuntemus liittyy röntgentutkimuksiin, sädehoitoon ja säteilysuojeluun sekä säteilyvalvontaan. (Suomen röntgenhoitajaliitto 2000, 1). Tutkimuksia ja esimerkiksi opetusmateriaaleihin liittyviä eettisiä kysymyksiä ovat aineiston puutteellinen raportointi, plagiointi ja toisten tulosten esittäminen omista nimissä. Tieteellinen tutkimus tai teksti on eettisesti hyväksyttävää, kun tutkimuksen suorittamiseen on käytetty hyvän tieteellisen



käytännön lähtökohtia. (TENK 2012, 9.) Tässä opinnäytetyössä on noudatettu hyvän tieteellisen käytännön periaatteita ja Oulun ammattikorkeakoulun opinnäytetyön ohjetta. Opinnäytetyön luotettavuuteen ja eettisyyteen kiinnitettiin huomiota arvioimalla lähdekritiikkiä tunnettavuuden, julkaisuajan, laadun ja uskottavuuden asteen avulla. Luotettavuutta lisää myös se, että tietoperustaan ei valittu yli viisi vuotta vanhoja julkaisuja. (ks.Vilka 2003, 72). Käsitteiden määrittelyssä oli hyväksyttävää käyttää vanhempiakin lähteitä, sillä fysikaaliset ilmiöt eivät muutu ajan saatossa, vaan käytettävät termit.

## **6.2 Projektin onnistumisen arviointi**

Projektin onnistumista voidaan arvioida projektin toiminnan ja toiminnan aikaansaamien tulosten selvittämällä. Projektiarvioinnissa vastataan kahteen peruskysymykseen siitä, onko tavoitteiden aikaansaamiseksi tehty oikeita asioita ja onko asiat tehty oikealla tavalla. Vastaako aikaansaatu tuotos projektisuunnitelmassa asetettuja tavoitteita sekä toimiiko projekti sillä tavalla, että peruslähtökohtana oleva tarve täyttyy. Tavoitteet kertovat mihin projektilla pyritään ja tavoitteeseen pyrkiminen on taas toimintaa, joka realisoituu projektin tuotoksena. (Suopajarvi 2013, 9,11.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli röntgenhoitajaopiskelijoiden annostietämyksen syventäminen annossuureiden osalta. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää tietokonetomografiassa käytettävät annossuureet, määritelmät niille ja tämän tiedon pohjalta tehdä virtuaaliseen oppimisympäristöön materiaalia, jossa annossuureet on esitetty käytännönläheisesti ja ymmärrettävästi. Selkeän ja ymmärrettävän opiskelumateriaalin rakentamista edisti se, että materiaalin tekijä itsekkin oli opiskelija, joka tuntee vertaistensa tarpeet opiskelijayhteisön ulkopuolista asiantuntijaa paremmin. Opiskelumateriaalin soveltuvuutta kohderyhmälle huomioitiin muokkaamalla materiaalia opiskelijoiden antamien kehitysideoiden mukaan. Kehitysideat saatiin palautekyselyn perusteella. Toimeksiantajan toiveena tuotteelle oli saada vaikeasta asiasta koottua helpopolukuinen. Pyrin tekemään käyttämistäni piirroksista selkeitä ja havainnollistavia, käyttämään mahdollisimman vähän matemaattista kieliaspektia sekä tiivistämään asian siten, ettei dioilla olisi liikaa tekstiä ja, että lukijalla pysyisi mielenkiinto materiaalin alusta loppuun. Oppijan motivointia ja orientoitumista voidaan tukea pelkistetyllä kokonaiskuvalla asiasta, eräänlaisella johdannolla tai auttamalla materiaalin avulla opiskelijaa havaitsemaan oman tietämyksen tarve. Hyvän opiskelumateriaalin pitäisi auttaa opiskelijaa myös arvioimaan oppimistaan. Tämä voi toteutua PowerPoint-esityksen sisältämällä tehtävillä. (Hiidenmaa 2008,24.) Opiskelija voi arvioida oppimistaan opiskelumateriaalin lopussa olevalla testaa tietosi -osiolla, johon on koottu kertaavia

kysymyksiä opiskelumateriaalin sisällöstä. Pidemmän aikavälin tavoitteena oli vahvistaa opiskelijoiden annostietämystä sekä antaa työkaluja optimointiin myöhemmin käytännön työssä.

Projektin riskejä tarkasteltaessa analysoidaan suunnitelmien eri tasojen riippuvuutta toisiinsa eli resurssien riittävyyttä suunniteltuihin toimenpiteisiin, saadaanko resursseilla aikaiseksi hyvälaatuiset tuotteet ja riittävätkö ne tavoitteiden saavuttamiseen. (Silfverberg 2007. Viitattu 8.12.2019). Riskit ja riskienhallinta -kirjassa riski määritellään olosuhteeksi, jossa tietyn tapahtuman lopputulos vastaa ei-toivottua tulosta. Kuusela ja Ollikainen (2005, 28) viittaa Vaughaniin, jonka mukaan riskin määrittämisvaiheessa on tarkasteltava todennäköisyyttä epätoivotulle tulokselle sekä siitä aiheutuvia haittoja. Tähän opinnäytetyöhön liittyvät riskit (Liite 6) koskevat aikataulua, tiedonkulkua, tekniikkaa ja projektiorganisaation kesälomakautta. Tuotteen toteutusvaihe ajoittui opettajien kesälomakaudelle, jolloin palautteen ja ohjeistuksen saamisessa kesti odotettua kauemmin, mutta tähän oltiin varauduttu.

### **6.3 Omat oppimiskokemukset**

Oma osaaminen annossuureiden osalta on tämän opinnäytetyön tekemisen myötä syventynyt. Oppimistavoitteena oli syventyä tietokonetomografiaan sekä siinä käytettäviin annossuureisiin. Tavoitteena oli löytää relevanttia tietoperustaa, jota pystyi hyödyntämään opiskelumateriaalia tehdessä lähdekritiikin huomioiden. Projektiosaamiseni sekä tieteellisen tekstin kirjoittaminen on kehittynyt ja koen, että tulevaisuudessa projektiosaaminen on hyödyksi itselleni työelämään siirryttäessä. Projektimaisesta opinnäytetyöstä opin ajanhallinnallisia keinoja projektin eri vaiheiden sovittamiseen sekä opin sovittamaan yhteen projektiin liittyvien sidosryhmien eli toimeksiantajaosapuolen, Oulun ammattikorkeakoulun, ja kohderyhmän toiveita. Opinnäytetyötä tehdessä sain hyödyllistä tietoa annossuureista ja niiden osuudesta optimoinnin toteutumisessa sekä perehdyin uudistettuun säteilylakiin. Näitä tietoja voin käyttää työkaluina käytännön työssä.

### **6.4 Jatkokehitysehdotukset**

Mikäli palautekyselyn vastaajamäärä olisi ollut laajempi ja vastausprosentti suurempi, olisi tuotteesta saatu kattavampi mielipide kohderyhmältä. Palautekyselyn voisi lähettää myös valmistuneille röntgenhoitajille esimerkiksi yhteistyösairaaloiden osastonhoitajien välityksellä. Palautekyselyyn voisi lisätä vielä työnantajapuolen havaintoja röntgenhoitajien säteilytietämyksestä annossuureiden osalta ja täydentää materiaalia vastaamaan työnantajan

toiveita. Lisäksi olisi kiinnostavaa selittää, onko eri ammattikorkeakoulujen välillä eroa siinä, kuinka hyvin opiskelijat kokevat osaavansa annossuureisiin liittyvät asiat ja onko olemassa tarve jollekin valtakunnalliselle opiskelumateriaalille tai palvelulle.

Digitalisaation yleistyessä ja älylaitteiden käytön lisääntyessä myös verkko-opetusmateriaalit ovat yleistyneet. Erityisesti Powerpoint-esitys voi edistää oppijan oppimista, asioiden ymmärtämistä sekä mieleen painamista. (Hiidenmaa 2008, 25; Bruyckere, Kirschner & Hulshof 2016, 12.) Opiskelumateriaalia voisi laajentaa lisäämällä siihen erilaisia välilehtiä esimerkiksi liittyen TT:n annosmodulaatioon tai kuvauksessa käytettäviin parametreihin ja optimoinnin toteutumiseen. Samantyyppisen materiaalin voisi tehdä myös muissa modaliteeteissa käytettävistä annossuureista, kuten esimerkiksi natiivitutkimuksissa käytössä olevista annossuureista. Vähäinen tietämys ja ymmärrys säteilyannoksista voi johtaa turhiin läheteisiin ja tällöin on myös vaikeaa informoida potilasta säteilyn hyödyistä ja haitoista. (Sundaran 2017,4). Samantyyppisen opiskelumateriaalin voisi jatkokehittää myös lääketieteen opiskelijoille, jotta säteilyn hyödyt ja riskit tulevat parempaan tietoisuuteen ja täten turhien läheteiden määrää voitaisiin vähentää.

## LÄHTEET

Aakula, U-M. 2004. Optimointi tavanomaisissa röntgentutkimuksissa. Teoksessa H.Järvinen (toim.) Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. 2005. Viitattu 5.4.2019, <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/122867/stuk-c4.pdf?sequence=1>

Aarnio, J. 2019. Säteilyn suureet ja yksiköt. Viitattu 11.4.2019. <https://www.stuk.fi/documents/12547/156609/Aarnio-RD2014.pdf/cbbf9340-f248-4e1e-9fcd-d782cb5c2e3c>

American Association of Physicists in Medicine. 2007. The measurement, reporting, and management of radiation dose in CT. Report of AAPM task group 23. Viitattu 18.5.2019. [https://www.aapm.org/pubs/reports/rpt\\_96.pdf](https://www.aapm.org/pubs/reports/rpt_96.pdf)

Business Finland 2018. Yhteistyösopimus. Viitattu 26.5.2019, [https://www.businessfinland.fi/globalassets/finnish-customers/01-funding/08-guidelines--terms/agreement-models/yhteistyosopimus\\_ja\\_muistilista\\_-\\_versio\\_2018.pdf](https://www.businessfinland.fi/globalassets/finnish-customers/01-funding/08-guidelines--terms/agreement-models/yhteistyosopimus_ja_muistilista_-_versio_2018.pdf)

Brambilla, M. Vassileva, J., Kuchcinska, A & Rehani, M. 2019. Multinational data on cumulative radiation exposure from recurrent radiological procedures: call for action.

Bruyckere, P., Kirschner, P & Hulshof, C. 2016. Technology in education. What teachers should know. American educator. Viitattu 9.1.2020, <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1094203.pdf>

European Commission. 2014. Radiation protection. Diagnostic reference levels in thirty-six European countries. Part 2/2. Viitattu 14.2.2020, <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/RP180%20part2.pdf>

Gelejjins, J., Jessen, K.A., Panzer, W., Shrimpton, P.C & Tosi, G. 2000. European guidelines on quality criteria for computed tomography. Viitattu 14.9.2019, <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d229c9e1-a967-49de-b169-59ee68605f1a>

Geryes Bouchra, H., Hornbeck, A., Jarrige, V., Pierrat, N., Ducou Le Pointe, H & Dreuil, S. 2019. Patient dose evaluation in computed tomography: A French national study based on clinical indications. Viitattu 27.4.2019, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1120179719300808>

Grahn, K. 2010. Hyvä projektisuunnitelma onnistuneen hankesuunnittelun edellytyksenä. Yrittäjien koulutuskeskus. Viitattu 9.12.2019, [http://www.museoliitto.fi/doc/koulutusarkisto/kay\\_grahn.pdf](http://www.museoliitto.fi/doc/koulutusarkisto/kay_grahn.pdf)

Halimaa, S. & Rantala, J. 2016. Pään natiivitietokonetomografiatutkimusten optimointi – systemaattinen kirjallisuushaku ja analyysi. Kliininen radiografiatiede. <https://www.sorf.fi/doc/Kliininen-2-12-2016.pdf>

Hansson, T. 2018. Ydinsäteily ja ionisoiva säteily. Viitattu 11.4.2019, <http://www.fyma.eu/fy7/sateilyannos.pdf>

Hiidenmaa, S. Powerpoint oppimateriaali oppimisen edistämässä. 2008. Kehittämishankeraportti. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 22.1.2020, <https://core.ac.uk/download/pdf/38014376.pdf>

Hirsjärvi, S., Remes, P & Sajavaara P. 2008. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Husso, M. TT:tä Tumpeloille. 2011. Sädeturvapäivät. Viitattu 17.4.2019.

IAEA (International Atomic Energy Agency) 2014. Diagnostic radiology physics: A handbook for teachers and students. Viitattu 18.5.2019, <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1564webNew-74666420.pdf>

IAEA (International Atomic Energy Agency) 2019. Human health series: SPECT/CT Atlas of quality control and image artefacts. Viitattu 28.2.2020, [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1860\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1860_web.pdf)

Idänpään-Heikkilä, U., Outinen, M., Nordblad, A., Päivirinta, E & Mäkelä, M. 2000. LAATUKRITEERIT Suuntaviivoja tekijöille ja käyttäjille. 9. Viitattu 13.4.2019, <http://www.stakes.fi/verkkojulkaisut/muut/Aiheita20-2000.pdf>

Kallio, A. 2014. Monimuotoisen oppimateriaalin tekijänoikeudet. Teoksessa M. Ruuska, M., Löytönen & A. Rutanen. Laatus! Oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä. III Uusi uljas maailma. Porvoo: Bookwell Oy, 260.

Kajjaluoto, S. (toim). Stuk opastaa 2016. Teoksessa E.Kauppinen, J.Kemppainen, H.Kiiliäinen, P.Korkola, E.Lantto, K.Merimaa, H.Mussalo, J.Schildt, M.Seppänen, K.Sipilä, A.Sohlberg, K.Timonen, V.Tunnen & S.Turunen. Isotooppilääketieteen TT-opas. Viitattu 14.1.2020, <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/131345/STUK-opastaa-TT.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Karppinen, J. & Järvinen, H. 2006. Tietokonetomografialaitteiden käytön optimointi. STUK-A220. Viitattu 7.4.2019

Kortesniemi, M. 2008. Säteilyannos ja sen optimointi monileike-TT:ssä. Viitattu 18.5.2019, <https://www.physicomedicae.fi/uncategorized/sateilyannos-ja-sen-optimointi-monileike-ttssa>

Korpela, H. 2004. Isotooppilääketiede. Teoksessa O. Pukkila (toim.) Säteilyn käyttö. Hämeenlinna: Karisto Oy:n Kirjapaino, 247.

Kuusela, H. & Ollikainen, R. 2005. Riskit ja riskienhallinta. Tampereen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print. Tampere. Viitattu 26.1.2020, <https://docplayer.fi/docview/25/6005370/#file=/storage/25/6005370/6005370.pdf>

Kuutti, W. 2003. Käytettävyys, suunnittelu ja arviointi. Korkeakoulusarja. Helsinki: Talentum.

Lajunen, A. 2012. TT:ssä käytetyt annossuureet, elinannosten määrittäminen ja vertailutasot. Sädeturvapäivät. Viitattu 18.1.2020

Lajunen, A. 2014. Röntgentoiminnan nykytila viranomaisen silmin –TT-tutkimukset. Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. Viitattu 5.10.2019, <https://www.stuk.fi/documents/12547/156609/Lajunen-RD2014.pdf/e958215a-21e7-42f2-8a02-c20f97542296>

Lasten TT-tutkimusohjeisto Säteilyturvakeskus 2012. Helsinki: Edita Prima Oy. Viitattu 9.4.2019

Lee, C. 2020. How to estimate effective dose for CT patients. *European Radiology* (30), 1825-1826.

Maharjan, S. 2017. Radiation knowledge among radiographers and radiography students. National Academy of Medical Sciences (NAMS), Bir Hospital, Kathmandu, Nepal. Viitattu 8.1.2020

Marttila, O. 2002. Suuret ja yksiköt. Teoksessa T. Ikäheimonen (toim.) *Säteily ja sen havaitseminen*. Viitattu 17.6.2019, [https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja1\\_2.pdf/962923f7-3843-4528-8b26-67d239988ffc](https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja1_2.pdf/962923f7-3843-4528-8b26-67d239988ffc)

Menetelmäopetuksen tietovaranto 2007. KvantiMOTV. Viitattu 11.3.2020, <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/mittaaminen/ominaisuudet.html>

Mäkinen, A-K & Uusikylä, P (toim.) 2003. Tiedosta- arvioi -paranna: Itsearviointi ESR-projektien kehittämisen välineenä. Työministeriö. Viitattu 1.3.2020, [http://www.rakennerahastot.fi/vanhat\\_sivut/rakennerahastot/tiedostot/esr\\_julkaisut\\_2000\\_2006/esitteet\\_ja\\_oppaat/oppaat/02\\_itsearviointiopas.pdf](http://www.rakennerahastot.fi/vanhat_sivut/rakennerahastot/tiedostot/esr_julkaisut_2000_2006/esitteet_ja_oppaat/oppaat/02_itsearviointiopas.pdf)

Mäntyneva, M. 2016. Hallittu projekti: Jäntevästä suunnittelusta menestykselliseen toteutukseen. 1. painos. Helsinki: Kauppakamari. Viitattu 13.4.2019

Nieminen, K. 2006. Tietokonetomografialaitteen annosmittauksissa käytettävän ionisaatiokammion kalibrointi. Helsingin yliopisto. Pro gradu -tutkielma. Viitattu 12.4.2019.

Nieminen, M. 2017. Röntgensäteilyyn perustuvat menetelmät. Kliininen radiologia. Sisäinen lähde. Viitattu 27.4.2019, <https://www.oppiportti.fi/op/krd01403/do#s4>.

Oulun ammattikorkeakoulu 2014. Ammattikorkeakoulututkinon opinnäytetyön ohje. Viitattu 5.4.2019, <https://oiva.oamk.fi/utills/opendoc.php?aWRfZG9rdW1lbnR0aT0xNDMwNzY0Njkjy>.

Oulun ammattikorkeakoulu 2019. Lääketieteellisen säteilyn turvallinen käyttö II. Opetussuunnitelma. Viitattu 17.4.2019, <http://www.oamk.fi/opinto-opas/opintojen->

sisalto/opetussuunnitelmat?koulutus=rad2019sp&lk=s2019&alasuvi=opintojakso&oj=7Q00BH70\_  
fi

Oulun ammattikorkeakoulu 2016. Toiminnallisen opinnäytetyön suunnitelmamalli. Viitattu 4.4.2019,  
<https://oiva.oamk.fi/utills/opendoc.php?aWRfZG9rdW1lbnR0aT0xNDMwODAxMTA3>

Opetushallituksen työryhmä 2006. Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit. Moniste 2006:1. Helsinki:  
Edita Prima Oy. Viitattu 14.5.2019

Paile, W. 2002. ICRP:n näkemys säteilyn riskeistä ja suojeluperiaatteista. Teoksessa W. Paile  
Säteilyn terveysvaikutukset. Viitattu 17.6.2019,  
[https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja4\\_11.pdf/3b9cc43b-67ac-4ff9-979a-46068bb0ac04](https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja4_11.pdf/3b9cc43b-67ac-4ff9-979a-46068bb0ac04)

Patentti- ja rekisterihallitus 2016. Aiesopimus. Viitattu 25.5.2019,  
<https://www.prh.fi/fi/keksijankasikirja/kaupankaynti/sopimuksentekeminen/sopimuksenpaakohdat.html>

Pastila, R. 2018. Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2018. STUK-B  
234. Viitattu 14.2.2020

Pelin, R. 2011. Projektihallinnan käsikirja. 7. uudistettu painos. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Ruonala, V. (toim.) 2019. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2018. STUK-  
B 242. Viitattu 9.12.2019, <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/138743/STUK-B242.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen. Säteilyturvakeskus  
2004. Viitattu 11.9.2019,  
<https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/125145/rontgensateily.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Salo, O. 2013. Viestintää kaikille. Saavutettavan viestinnän opas kulttuuritoimijoille. Helsinki:  
Kulttuuria kaikille -palvelu/Yhdenvertaisen kulttuurin puolesta ry. Viitattu 5.12.2019,



[http://www.kulttuuriakaikille.fi/doc/tietopaketit\\_ja\\_oppaat/Viestintaa\\_kaikille\\_Saavutettavan\\_viestinnan\\_opas\\_kulttuuritoimijoille.pdf](http://www.kulttuuriakaikille.fi/doc/tietopaketit_ja_oppaat/Viestintaa_kaikille_Saavutettavan_viestinnan_opas_kulttuuritoimijoille.pdf)

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 25.5.2019

Sundaran, K. 2017. Awareness and knowledge of radiation dose and associated risks among final year medical students in Norway. Insights imaging. Viitattu 26.1.2020

Suomen röntgenhoitajaliitto. 2000. Röntgenhoitajan ammattietiikka. Viitattu 24.1.2020, [https://www.sorf.fi/doc/Ohjeet\\_ja\\_saannot/eettisetohjeet.pdf](https://www.sorf.fi/doc/Ohjeet_ja_saannot/eettisetohjeet.pdf)

Suopajarvi, L. 2013. Opas projektiarviointiin. Lapin yliopiston yhteiskuntatieteiden tiedekunnan julkaisuja C. <https://www.ulapland.fi/loader.aspx?id=a6d01dd9-baad-408a-a6fb-5e131cf74ef5>

Suutari, J. (toim.) 2016. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2015. STUK-B 207. Viitattu 5.4.2019, <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/131372/stuk-b207.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Suutari, J. 2015. Tietokonetomografian annosmittaukset: kalibrointikäytännöt ja epävarmuudet. Jyväskylän yliopisto. Fysiikan laitos. Pro Gradu -tutkielma. Viitattu 29.12.2019, <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/45755/URN:NBN:fi:jyu-201505031708.pdf?sequence=1>

Silfverberg, P. 2007. Ideasta projektiksi. Projektinvetäjän käsikirja. Helsinki: Edita Publishing Oy. Viitattu 11.4.2019.

Szczykutowicz, T., DuPlissis, A & Pickhardt, P. 2017. Variation in CT number and image noise uniformity according to patient positioning in MDCT. Viitattu 29.2.2020, <https://www.ajronline.org/doi/pdf/10.2214/AJR.16.17215>

Säteilyturvakeskus. 2019. Säteily terveydenhuollossa. Viitattu 16.3.2020, <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/rontgentutkimukset>

Säteilyturvakeskus 2018. Määräys STUK S/6/2018.  
[https://www.stuk.fi/documents/12547/8425101/Säteilymittausmääräys\\_d.pdf/962daef2-d8f1-7ee8-a0b0-588b18ee8bc1](https://www.stuk.fi/documents/12547/8425101/Säteilymittausmääräys_d.pdf/962daef2-d8f1-7ee8-a0b0-588b18ee8bc1)

Säteilyturvakeskuksen määräys oikeutusarvioinnista ja säteilysuojelun optimoinnista lääketieteellisessä altistuksessa. STUK S/4/2019. Viitattu 18.5.2019,  
<https://www.stuk.fi/documents/12547/103352/STUK-S-4-2019.pdf/99aec4a4-5b2e-06e8-8864-b4f844034269>

Säteilylaki 859/2018.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2018. Itsearviointi. <https://thl.fi/fi/web/hyvinvoinnin-ja-terveyden-edistamisen-johtaminen/osallisuuden-edistaminen/heikoimmassa-asemassa-olevien-osallisuus/hankkeet-ja-hanketuki/arviointi/itsearviointi>

Toroi, P., Järvinen, H., Könönen, N., Parviainen, T., Pirinen, M., Tapiovaara, M & Tenkanen-Rautakoski 2011. Potilaan säteilyaltistuksen määrittäminen mammografiassa. Viitattu 4.4.2019,  
<http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/123104/stuk-tr11.pdf?sequence=1>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Viitattu 26.5.2019,  
[https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf)

Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä 1044/2018. Viitattu 15.2.2020,  
<http://finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20181034?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=%20vertailutasot#Pidp446338720>

Pääperiaate	Laatuvaatimus	Kriteeri
<b>Soveltuvuus</b>	Tuotteen informatiivisuus	Tuotteen tieto on oleellista
	Tiedon ajantasaisuus	Annossuureet ovat ajan tasalla säteilylain -ja säädösten osalta
	Tuotteen soveltuvuus kohderyhmälle	Tuote on kohderyhmälle keskitetty
	Tiedon luotettavuus	Käytetyt lähteet ovat luotettavia
<b>Käytettävyys</b>	Visuaalinen ilme	Teksti on käyttäjälähtöistä hyvää kieltä ja se etenee loogisesti Otsikot ovat informatiivisia Kuvat ja grafiikka ovat korkeatasoisia ja latautuvat hyvin Eesityksen rakenne, asettele, tyyli, värit, kirjaintyypit ja -koot ovat selkeitä ja yhtenäisiä
	Tuotteen toimivuus eri selaimilla ja alustoilla	Powerpoint -esitys sekä Google Forms -tietovisa toimii yleisimmillä selaimilla sekä järjestelmäkokoannoissa
	<b>Esteettömyys</b>	
	Tuotteen visuaalinen ymmärrettävyys	Esitys on ymmärrettävissä ilman värinäköä
	Tuotteen kontrasti taustan ja tekstin välillä	Kontrasti on riittävä myös silloin, jos esitystä katselee henkilö, jonka näön tarkkuus on normaalia heikompi



## Annossuureet tietokonetomografiassa

### 1. Minkä vuosikurssin opiskelija olet?

- RAD16SP  
 RAD17SP  
 RAD18SP

### 2. Miten koit tietokonetomografiaopintojaksolla annossuureiden opetuksen?

- Helppoa  
 Vaikeaa  
 En osaa sanoa

### 3. Valitse sopivin vaihtoehto

(1 täysin eri mieltä, 2 jokseenkin eri mieltä, 3 en osaa sanoa, 4 jokseenkin samaa mieltä, 5 täysin samaa mieltä)

	1	2	3	4	5
Opiskelumateriaalin rakenne oli selkeä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opiskelumateriaalin kirjaintyypit ja -koot olivat selkeitä ja yhtenäisiä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opiskelumateriaali eteni loogisesti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opiskelumateriaalin otsikot olivat informatiivisia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opiskelumateriaalin tieto oli helppolukuista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opiskelumateriaalin tieto oli oleellista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Opiskelumateriaalissa oli riittävästi kuvia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	1	2	3	4	5
Opiskelumateriaali sisälsi tarpeeksi tietoa annossuureista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**4. Oliko opiskelumateriaali tarpeeksi havainnollistava annossuureiden osalta?**

- Kyllä
- Ei

**5. Kehitysideita opiskelumateriaaliin ja/tai avoin mielipide opiskelumateriaalista**


Hei!

Olen kolmannen vuoden röntgenhoitajaopiskelija ja olen tehnyt opinnäytetyöni tietokonetomografiatutkimuksissa käytettävistä annossuureista. Aiheesta syntyi verkko-opiskelumateriaalia opiskelijoille. Toivon, että tutustutte materiaaliin ja vastaatte palautekyselyyn. Parhaan katselukokemuksen saat, kun tutustut materiaaliin Powerpoint-esityksenä. Vaihtoehtoisesti voit tutustua materiaaliin myös tavallisena pdf-tiedostona. Materiaaliin tutustumiseen kuluu noin 5-10 minuuttia ja palautekyselyyn vastaamiseen alle 5 minuuttia.

Kysely on tarkoitettu toisen, kolmannen ja neljännen vuoden röntgenhoitajaopiskelijoille. Kysely suoritetaan täysin anonyymisti. Palautekysely koostuu materiaalin informatiivisuuteen, käytettävyyteen ja ulkoasuun liittyvistä kysymyksistä sekä kehitysehdotuksista. Kyselystä saatuja palautteita on tarkoitus käyttää materiaalin kehitykseen sekä opinnäytetyön raportointiin.

Toivon, että vastaatte kyselyyn niin pian kuin mahdollista, mutta viimeistään kahden viikon kuluessa. Vastausaika päättyy 28.10.2019 klo 23:59.

Palautekyselyyn pääset tästä <https://link.webropolsuveys.com/S/FFBE5A4FE11CD813>

Ystävällisin terveisin,

Reeta Hooli  
RADI7SP

**PROJEKTIN SUUNNITELTU JA TOTEUTUNUT AIKATAULU**

LIITE 4

Tehtävä	Aloitus	Lopetus	Suunniteltu valmistuminen	Aikataulussa pysyminen
Tuotteen tilaus	Huhtikuu 2019	Huhtikuu 2019	Huhtikuu 2019	Kyllä
Tietoperustan kerääminen ja suunnitelman kirjoittaminen	Huhti- toukokuu 2019	Toukokuu 2019	Toukokuu 2019	Kyllä
Opinnäytetyön suunnitelman hyväksyminen	Toukokuu 2019	Toukokuu 2019	Lokakuu 2019	Kyllä
Tuotteen luominen virtuaaliympäristöön	Kesäkuu 2019	Elokuu 2019		
Tuotteen testaaminen	Lokakuu 2019	Lokakuu 2019	Lokakuu 2019	Kyllä
Tuotteen hyväksyminen	Lokakuu 2019	Lokakuu 2019	Lokakuu 2019	Kyllä
Tuotteen esittely	Marraskuu 2019	Marraskuu 2019	Marraskuu 2019	Kyllä
Opinnäytetyön raportin kirjoittaminen	Marraskuu 2019	Tammikuu 2020	Maaliskuu 2020	Ei

Ajankohta	Tehtävä	Vastuhenkilö
Huhtikuu 2019	Tuotteen tilaus	Oulun Ammattikorkeakoulu
Huhti-toukokuu 2019	Tietoperustan kerääminen ja suunnitelman kirjoittaminen	Reeta Hooli
Toukokuu 2019	Opinnäytetyön suunnitelman hyväksyminen	Ohjaavat opettajat Anja Henner ja Karoliina
Kesä-elokuu 2019	Tuotteen toteutus Powerpoint -ohjelmistolla virtuaaliympäristöön	Paalimäki-Paakki Reeta Hooli
Syksy 2019	Tuotteen testaaminen ja esittely	Reeta Hooli
Syksy 2019	Tuotteen hyväksyminen	Ohjaavat opettajat Anja Henner ja Karoliina Paalimäki-Paakki
Syksy 2019	Opinnäytetyön esittely	Reeta Hooli
Syksy 2019-kevät 2020	Opinnäytetyön raportin kirjoittaminen	Reeta Hooli



PROJEKTIN RISKIANALYYSITÄULUKKO

LIITE 6

Riski	Todennäköisyys	Uhka	Toteutuminen
Relevantin tietoperustan puuttuminen	Epätodennäköinen	Tietoperustasta tulee heikko	Ei
Tuotteen toteutus viivästyy	Kohtalainen	Projekti ei valmistu suunnitellusti	Ei
Vastuopettajan kesäloma	Varma	Tuotteen sisällön tarkastaminen ja hyväksyminen sekä tiedonkulun katkeaminen	Kyllä
Tilojen puute	Epätodennäköinen	Projektin tekeminen ei etene	Ei
Tekniikka pettää	Epätodennäköinen	Projektia ei saa valmiiksi	Ei

**PROJEKTIN KUSTANNUSERÄT**

LIITE 7

Kustannustekijä	Suunniteltu meno, euroa	Toteutunut meno, euroa
Opiskelijan työ (10euroa/tunti)	4000	4000
Opettajien työ (45 euroa/tunti)	360	360
Matkakulut (Tornio-Oulu)	150	176
Internetkulut	80	80
Tulosteet	15	15