



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

# SÄTEILYSUOJELU LEIKKAUSSALISSA

Verkko-oppimateriaali henkilökunnan täydennyskoulutukseen

TEKIJÄT: Heikki Koskinen, TR13S  
Sini Pentikäinen, TR13S  
Mila Puska, TR13S

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma	
Työn tekijät Heikki Koskinen, Sini Pentikäinen ja Mila Puska	
Työn nimi Säteilysuojelu leikkaussalissa – verkko-oppimateriaali henkilökunnan täydennyskoulutukseen	
Päiväys	11.4.2016
Sivumäärä/Liitteet	97/3
Ohjaaja Lehtori Tuula Partanen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Kuopion yliopistollinen sairaala, Kuvantamiskeskus / sairaalafysikko Hanna Matikka	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Läpivalaisua käytetään, kun tarvitaan reaaliaikaista kuvaa kehon sisäisistä rakenteista tai nesteiden liikkeistä. Tällainen tarve on monesti mm. toimenpideradiologiassa sekä kirurgian eri osa-alueilla, kuten ortopediassa, urologiassa, neurologiassa ja kardiologiassa. Läpivalaisun käyttö toimenpiteissä ja leikkauksissa on yleistynyt, sillä sen avulla ne voidaan suorittaa aiempaa noninvasiivisemmin, nopeammin ja turvallisemmin. On tärkeää, että leikkausyksikössä työskentelevä sairaanhoitajista, lääkäreistä ja lääkintävahtimestareista koostuva moniammatillinen tiimi osaa toimia työssään säteilyturvallisesti. Säteilylainsäädännössä on määrätty säteilysuojelukoulutusta koskevia vaatimuksia, esimerkiksi täydennyskoulutuksen vähimmäismäärät, joita sovelletaan leikkausyksikössä työskentelevälle henkilökunnalle.</p> <p>Tämän opinnäytetyön toimeksiantajina toimivat Kuopion yliopistollisen sairaalan Kuvantamiskeskus sekä leikkausyksikkö. Lähtökohtana työlle oli leikkausyksikön henkilökunnan kokemus puutteellisesta säteilysuojeluosaamisesta ja tarve heille kohdistettuun oppimateriaaliin. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa läpivalaisulaitteen käyttöön liittyvä säteilysuojelu-oppimateriaali, joka tulee osaksi leikkausyksikön henkilökunnan säteilysuojelun täydennyskoulutusta. Opinnäytetyön tavoitteena oli syventää leikkausyksikön henkilökunnan ymmärrystä ionisoivan säteilyn käyttäytymisestä ja ohjata heitä säteilyturvallisiin toimintatapoihin käytännön työssä. Säteilyturvallisella toiminnalla henkilökunta pystyy pienentämään omaa sekä potilaan säderasitusta.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä, jonka tuotoksena tehtiin säteilysuojelua leikkaussalissa käsittelevä verkko-oppimateriaali. Tietoa kerättiin ammattikirjallisuudesta, erilaisista tietokannoista sekä alan asiantuntijoilta etenkin läpivalaisulaitteen laitetekniikkaan ja käytännön säteilysuojeluun liittyen. Oppimateriaalia varten selvitettiin myös KYS:n leikkausyksikön käytännön ohjeita sekä toimintatapoja, joiden perusteella oppimateriaali saatiin kohdistettua enemmän leikkausyksikön tarpeita vastaavaksi. Jotta teorian tiedon yhdistäminen käytännön tilanteisiin olisi lukijalle helpompaa, oppimateriaalia varten valokuvattiin säteilysuojelua havainnollistavia lavastettuja käytännön tilanteita leikkaussalissa. Jatkossa oppimateriaali on henkilökunnan käytettävissä KYS:n Moodle-oppimisympäristössä. Oppimateriaalin käyttö- ja muokkausoikeudet luovutettiin KYS:lle, jotta materiaalia pystytään päivittämään tulevaisuudessa.</p> <p>Opinnäytetyön jatkotutkimusaiheena tilaajalta tuli ajatus opinnäytetyöstä, jossa tutkittaisiin leikkaussalissa tehtyjen toimenpiteiden säteilyannoksia. Toinen opinnäytetyön jatkotutkimusaihe tulevaisuudessa voisi olla leikkausyksikön sen hetkisten tarpeiden kartoituksen perusteella tehtävä oppimateriaalin päivittäminen.</p>	
Avainsanat säteily, läpivalaisu, säteilysuojelu, leikkaussalit, oppimateriaali, liikuteltava C-kaari	

Field of Study Social Services, Health and Sports	
Degree Programme Degree Programme of Radiography and Radiationtherapy	
Authors Heikki Koskinen, Sini Pentikäinen and Mila Puska	
Title of Thesis Radiation protection in operating room - Online learning material for continuing education for staff	
Date 11.4.2016	Pages/Appendices 97/3
Supervisor Senior lecturer Tuula Partanen	
Client Organisation / Partner Kuopio University Hospital / Medical physicist Hanna Matikka	
<p>Abstract</p> <p>Fluoroscopy is used when there's a need for real-time image of internal body structures or fluid movements. Such a need is often in interventional radiology and surgery in various areas, like orthopedics, urology, neurology and cardiology. Using fluoroscopy in procedures and surgeries has become increasingly popular, as it allows them to perform non-invasive, faster and safely than before. It is therefore important that the operating unit working in Multiprofessional Team, which consists, for instance of nurses, doctors and hospital attendants, are able to work with radiation safely. The Radiation Act has prescribed the requirements for radiation protection training, for example, the continuing education-minimum, which applies to working in the operating unit staff.</p> <p>The principals of this thesis are the radiology and operating unit at Kuopio University Hospital. The reason for this thesis was the lack of experience of the operating unit staff with regard to radiation protection know-how and the need for targeted learning materials to the unit. The purpose of this thesis was to produce fluoroscopy associated with the use of radiation protection-learning material, which will be a part of the radiation protection training for the operating unit staff. The aim of this study was to deepen understanding of ionizing radiation behavior of the staff and guide them as regards radiation safe practices in practical work. With radiation safety actions the staff will be able to reduce their own staff as well as patient's radiation burden.</p> <p>The thesis was a functional thesis, the output of which was made on the radiation protection for operating room e-learning materials. Information was collected from professional literature, various databases, as well as from the experts in the field especially related to fluoroscopy device technology and practical radiation protection. For the learning material we also researched the operating unit's practical guidelines and practices at the Kuopio university hospital, on the basis of which the learning material was targeted to match more of operating unit's needs. So that the connection of theoretical knowledge with practical situations would be easier for the reader, practical situations of radiation protection in the operating room was photographed for the learning material. In the future, the course material is available for the staff of Kuopio university hospital in Moodle -learning environment. The use and editing rights of the learning materials are handed over to the Hospital so that material can be updated in the future.</p> <p>A further research subject related to the thesis was suggested by the subscriber. The idea for a new thesis is to examine the radiation doses of procedures taken in the operating room. Another topic for further research of this thesis in the future, could be updating operating unit learning material to fit current needs.</p>	
Keywords radiation, fluoroscopy, radiation protection, operating room, learning material, mobile C-arm	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	SÄTEILY .....	7
2.1	Säteilyn biologiset vaikutukset .....	7
2.2	Säteilyn terveyshaitat .....	8
2.3	Säteilyyn liittyvät termit ja annossuureet.....	9
3	SÄTEILYSUOJELU .....	12
3.1	Säteilysuojelun periaatteet .....	12
3.2	Koulutusvaatimukset.....	13
4	LÄPIVALAISULAITTEEN LAITETEKNIikka .....	15
4.1	C-kaari.....	15
4.1.1	Kuvanvahvistin ja taulukuvailmaisin .....	15
4.1.2	C-kaaren liikesuunnat .....	16
4.2	O-kaari ja sen erot C-kaareen verrattuna .....	17
4.3	Läpivaluisumuodot .....	18
4.4	Annosnopeus.....	18
4.5	Kuvakentän rajaaminen .....	19
5	SÄTEILYTURVALLISUUS KÄYTÄNNÖN TYÖSSÄ.....	20
5.1	Leikkaussali säteilyn käyttöympäristönä .....	20
5.2	Etäisyys ja sijoittuminen läpivalaisua käytettäessä.....	21
5.3	Säteilysuojat.....	21
5.3.1	Säteilysuojien rakenne.....	22
5.3.2	Henkilökohtaiset säteilysuojat.....	23
5.3.3	Potilaan suojaaminen .....	23
5.3.4	Säteilysuojien säilytys ja huolto .....	24
5.4	Annostarkkailu .....	24
6	SÄTEILYN KÄYTÖN KIRJAAMINEN.....	26
7	VERKKO-OPPIMATERIAALI .....	27
7.1	Diaesitys-muotoisen oppimateriaalin ulkoasussa huomioitavat seikat.....	27
7.2	Kuvien käyttö diaesitys-muotoisessa oppimateriaalissa .....	28
8	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET.....	29

9	OPINNÄYTETYÖN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS .....	30
9.1	Suunnittelu.....	30
9.2	Työn tietoperustan hankinta.....	31
9.3	Toteutus .....	32
10	POHDINTA.....	34
10.1	Eettisyys ja luotettavuus .....	35
10.2	Ammatillinen kasvu .....	36
	LÄHTEET .....	38
	LIITE 1: VERKKO-OPPIMATERIAALI SÄTEILYSUOJELU LEIKKAUSSALISSA .....	
	LIITE 2: OPINNÄYTETYÖLUPA KYS LEIKKAUSYKSIKÖ.....	
	LIITE 3: OPINNÄYTETYÖLUPA KYS KUVANTAMISKESKUS .....	

## 1 JOHDANTO

Leikkaussaleissa käytetään monien toimenpiteiden yhteydessä ionisoivaa röntgensäteilyä, sillä sen avulla toimenpiteet pystytään tekemään aiempaa noninvasiivisemmin. Useimmiten röntgensäteilyä tuottava laite on C-kaari, liikuteltava läpivalaisulaite. Säteilysuojelun merkitys korostuu ja se on tärkeä osa työ- ja potilasturvallisuutta tällaisessa työyksikössä, jossa henkilökuntaan ei useinkaan kuulu säteilyasiantuntijoita ja säteilyn käyttö voi olla vierasta ja satunnaista. (Heikkilä 2013, 5-6; Wirtanen 2012, 47.)

Leikkaussalin henkilökunta ei käytä läpivalaisulaitteita välttämättä päivittäin ja osalle heistä voi muodostua pitkiäkin taukoja sen käytössä, jolloin säteilysuojelu-osaaminen voi jäädä puutteelliseksi (Wirtanen 2012, 47). Leikkaussalissa työskentelevälle hoitajalle on säteilylainsäädännössä asetettu säteilysuojelukoulutuksen vähimmäismäärä, joka on 54 tuntia ja täydennyskoulutuksena 20 tuntia 5 vuoden seuranta-aikana. Työnantaja on velvollinen järjestämään työntekijälle säteilysuojelun täydennyskoulutusta säännöllisesti sekä aina silloin, kun työpaikalla otetaan käyttöön uusia säteilylaitteita tai tutkimus- ja hoitomenetelmiä. (STUK 2012, 3, 12–13.)

Kuopion yliopistollisessa sairaalassa säteilysuojeluun liittyvä täydennyskoulutus toteutuu tällä hetkellä pääasiassa Moodle-oppimisympäristössä olevan säteilysuojelu-materiaalin pohjalta. Se on tarkoitettu kaikille sairaalan työntekijöille, jotka käyttävät työssään säteilyä, eikä siinä ole kohdennettu eri osiota leikkausyksikölle. Leikkaussalin työntekijät ovat kokeneet kyseisen koulutusmateriaalin liian laajaksi ja teoreettiseksi.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä leikkausyksikön henkilökunnalle kohdistettu, käytännönläheinen ja selkeä, sähköisessä muodossa oleva oppimateriaali. Oppimateriaalin sisältö painottuu henkilökunnan säteilyturvallisuuteen, läpivalaisulaitteen käyttöön sekä säteilynkäytön kirjaamiseen. Oppimateriaalin on tarkoitus olla tulevaisuudessa osa leikkausyksikön henkilökunnan säteilysuojelu-osaamiseen liittyvää täydennyskoulutusta. Opinnäytetyön tavoitteena on syventää leikkausyksikön henkilökunnan ymmärrystä ionisoivan säteilyn käyttäytymisestä ja läpivalaisulaitteen käyttöön liittyvistä asioista sekä ohjata leikkausyksikön henkilökuntaa säteilyturvallisiin käytäntöihin läpivalaisutyöskentelyssä. Tällöin potilaan sekä henkilökunnan säderasitus jää niin pieneksi, kuin se käytännöllisin keinoin on mahdollista.

Opinnäytetyö toteutetaan yhteistyössä KYS:n leikkausyksikön sekä kuvantamiskeskuksen kanssa. Molempien yksiköiden ylihoitajilta haettiin lupa tämän opinnäytetyön tekemiseen. Yhteyshenkilönä toimi KYS kuvantamiskeskuksen sairaalafyysikko Hanna Matikka. Opinnäytetyön ohjaava opettaja oli Tuula Partanen.

## 2 SÄTEILY

Säteily voidaan jakaa kahteen pääluokkaan: ionisoivaan ja ionisoimattomaan säteilyyn. Ionisoiva säteily voi olla röntgen-, gamma- tai hiukkassäteilyä. (STUK 2015a.) Ionisoimattomaksi säteilyksi luetaan ultraviolettisäteily, näkyvä valo, infrapunasäteily, radioaalto sekä pientaajuiset ja staattiset sähkö- ja magneettikentät (Jokela 2006, 16). Hiukkassäteilyä lukuun ottamatta säteily on sähkömagneettista aaltoliikettä. Ionisoiva säteily on aallonpituudeltaan lyhyempää kuin ionisoimaton säteily. Ionisoivan säteilyn energia riittää irrottamaan säteilyn kohteena olevan aineen atomeista elektroneja ja rikkomaan molekyylejä. Tämän vuoksi ionisoiva säteily voi olla terveydelle haitallista. (STUK 2015a.)

Säteilyn havaitseminen ja sen vaimeneminen sekä säteilyn hyötykäyttö, esimerkiksi terveydenhuollossa, perustuvat säteilyn ja aineen välisiin fysikaalisiin vuorovaikutuksiin (Sandberg ja Paltemaa 2002, 12; Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 14). Röntgensäteilyn läpitukenavuus ja vaimennuserot kuvattavissa kohteissa ovat ominaisuuksia, joita käytetään hyväksi kuvantamisessa. Röntgenkuva muodostuu potilaan läpimenneestä säteilystä. (Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 14.)

### 2.1 Säteilyn biologiset vaikutukset

Röntgensäteilyn biologiset vaikutukset johtuvat fysikaalisista tapahtumista ja niiden seurauksina tapahtuvista kemiallisista reaktioista, jotka vaurioittavat solun makromolekyylejä. Kun säteily osuu kudokseen, se aiheuttaa atomien virittymistä ja ionisaatioita, jossa atomin elektroni irtoaa ja atomi saa varauksen eli ionisoituu. (Mustonen ja Salo 2002, 28.) Yleensä tämä ei ole vaarallista, koska valtaosa ionisaatioista tapahtuu sellaisissa molekyyleissä, joiden vaurioitumisella ei ole merkitystä solun toiminnalle käytännössä (STUK 2009c, 4). Säteilyn vaikutuksia yksittäisen solun tasolla on vaikeaa ennakoita, koska säteily jakautuu kudoksessa epätasaisesti riippuen mm. varauksisen hiukkasen ominaisuuksista ja solutyypin herkkyydestä. Jos kohdemolekyylillä on DNA, eli solun perimä, se on vaarallisinta biologisia haittavaikutuksia ajatellen. (Mustonen ja Salo 2002, 29, 31.)

Jos ionisoivaa säteilyä osuu solun tumaan, se voi aiheuttaa monenlaisia vaurioita DNA:ssa. Vauriot DNA:ssa voivat johtaa muun muassa solun kuolemaan, perimän vaurioitumiseen tai solun muuntumiseen syöpäsolun esiasteeksi. DNA-vauriot voivat ilmetä joko yhdessä tai molemmissa DNA:n juosteissa ja haitallisimpia ovat molemmissa juosteissa esiintyvät ns. kaksoisjuostekatkokset. Ionisoivan säteilyn aiheuttama solu- tai kudოსvaurio siis saa alkunsa muutoksista DNA:n rakenteessa ja sen biologinen merkitys riippuu alkuperäisen vaurion tyypistä (yhden vai kahden juosteen katkos vai monimutkainen vaurio). Myös vaurion sijainti DNA-ketjussa, eli kuinka tärkeä geeni tai alue on kyseessä, vaikuttaa vaurion merkityksellisyyteen. (Mustonen ja Salo 2002, 31–32, 37.)

Soluilla on myös keinoja korjata itse säteilyn aiheuttamia vaurioita DNA:ssa, jolloin pysyvää vauriota ei yleensä synny. Tämä tapahtuu DNA:n omien korjausentsyymien avulla, jotka huolehtivat DNA:n kemiallisen rakenteen virheettömyydestä ja emästen oikeasta järjestyksestä. Nämä entsyymit ovat solunsisäisiä valkuaisaineita, jotka vaikuttavat suoraan vaurioituneeseen kohtaan ja tunnistavat

DNA:n muuntuneita rakenteita. Mikäli solu ei osaa korjata vauriota tai korjaa sen väärin, kyseiseen soluun syntyy säteilyn aiheuttama muutos, mutaatio. (Mustonen ja Salo 2002, 32, 35.) Jos saman solun jälkeläisiin ilmaantuu vuosien kuluttua toinen mutaatio, voi siitä aiheutua tapahtumaketju johtuen syöpäsolun syntymiseen. Syövän syntyminen vaatii solussa lukuisia muutoksia. (Mustonen, Salomaa ja Kiuru 2002, 66–67.)

## 2.2 Säteilyn terveyshaitat

Säteilystä aiheutuvat haitat voidaan jakaa kahteen ryhmään: deterministisiin eli suoriin ja stokastisiin eli satunnaisiin haittavaikutuksiin. Deterministiset haittavaikutukset ilmenevät hyvin suurten kertaannosten yhteydessä, koska säteilyn aiheuttaman haitan on tapahduttava samassa kudoksessa hyvin monessa solussa, jotta vaurio syntyy ja on kliinisesti havaittavissa. Mitä enemmän soluvaurioita tapahtuu, sitä suurempi riski on haitan muodostumiseen. (Paile 2002, 44; STUK 2009b, 29–30.) Deterministisiä haittavaikutuksia ovat säteilysairaus, säteilypalovamma, sikiövaurio sekä esimerkiksi sädehoidon yhteydessä mahdollisesti esiintyvä sädepneumoniitti. Deterministisen haitan syntyyn vaikuttaa säteilyannoksen suuruus, yksilöllinen herkkyys sekä annosnopeus. Jos suuri säteilyannos saadaan pidemmän ajan kuluessa, haitta jää pienemmäksi ja kynnsarvo haitan kehittymiselle on korkeampi. (Paile 2002, 44.)

Kynnsarvolla tarkoitetaan annostasoa, jonka alapuolella ei synny kudolvauriota. Säteilystä aiheutu-neeseen deterministiseen haittaan vaikuttaa altistumisen laajuus, altistuiko koko keho vai jokin tietty ihoalue. Kokokehoaltistuksessa deterministisen vaikutuksen kynnsarvo on n. 0,5 Sv (aiheuttaa veren kuvan muutoksen muutaman päivän sisällä) ja paikallisesti tietylle ihoalueelle saadun säteilyannoksen kynnsarvo n. 6 mSv (aiheuttaa ihon punoitusta muutaman tunnin sisällä). (STUK 2009c, 2, 4.) Säteilysuojelulla varmistetaan, että kukaan ei altistu niin korkeille annoksille, että deterministiset haitat olisivat mahdollisia. Kvantamistutkimuksissa potilaiden ja henkilökunnan säteilyannokset jäävät yleensä reilusti alle determinististen vaurioiden kynnsarvojen, joten käytännössä esimerkiksi leikkaussalissa toteutettava säteilynsuojelu on stokastisilta haitoilta tapahtuvaa säteilynsuojelua, eli syöpäriskin tai muun tilastollisen haitan todennäköisyyden minimoimista. (STUK 2009c, 6; Matikka 2016-03-22.)

Stokastiset haitat ovat satunnaisia haittoja, jotka johtuvat yhdessä solussa tapahtuvasta satunnaisesta geneettisestä muutoksesta. Stokastinen vaikutus voi saada alkunsa hyvinkin pienestä altistuksesta, eikä sen esiintymiselle ole kynnsarvoa eli alarajaa, eikä haitta-aste määräydy säteilyannoksen mukaan. (Paile 2002, 44–45.) Stokastisia haittoja ovat syöpä (muutokset somaattisissa eli muissa kuin sukusoluissa) ja perinnölliset haitat (muutokset sukusoluissa) (STUK 2009b, 29–30). Stokastisten haittojen esiintymisen todennäköisyys kasvaa säteilyannoksen kasvaessa (Paile 2002, 45).



## 2.3 Säteilysin liittyvät termit ja annossuureet

Röntgensäteilystä aiheutuvista säteilyannoksista puhuttaessa tulee tietää erilaisia annossuureita sekä muita säteilyyn liittyviä termejä. Primäärisäteilyllä tarkoitetaan säteilylähteestä (kuten läpivalaisulaitteesta) tulevaa säteilyä, joka ei ole vaimentunut säteilylaitteessa itsessään tai kuvattavassa kohteessa (STUK 2011, 23). Tämän primäärisäteilyn fotonit (säteily) etenevät suoraviivaisesti, kunnes ne aineen kanssa tapahtuneen vuorovaikutuksen jälkeen joko absorboituvat tai siroavat (Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 26). Absorboituminen tarkoittaa säteilyn osumista aineeseen, kuten kudokseen, jolloin säteilyn energiaa siirtyy siihen ja fotonit häviää (Marttila 2002, 69). Osa aineeseen osuneista fotoneista ei luovuta kaikkea energiaansa aineelle, vaan törmätessään muuttaa etenemissuuntaansa, eli siroaa. Esimerkiksi läpivalaisussa potilaasta ulospäin siroava säteily, on tärkein säteilyaltistusta aiheuttava tekijä ympärillä oleville henkilöille. (Husso 2010, 12; Matikka 2016-03-22.)

Säteilyannoksella tarkoitetaan ihmiseen kohdistuvan säteilyn haitallisia vaikutuksia tai niiden todennäköisyyttä ja sen yksikkö on Sievert (Sv). Säteilysuojelussa käytettäviä suureita ovat ekvivalenttiansos ja efektiivinen annos. Ekvivalenttiansos kuvaa tietylle elimelle tai kudokselle säteilyn aiheuttamaa terveydellistä haittaa ja se voidaan laskea, kun absorboitunut annos (kudokseen säteilystä siirtynyt energia massayksikköä kohti, J/kg) on mitattu tai määritetty. Efektiivinen annos kuvaa säteilyn aiheuttamaa terveydellistä kokonaishaittaa ja sitä voidaan käyttää tutkimuksesta aiheutuneen säteilyaltistuksen kokonaisriskin arvioimisessa. Efektiivistä annosta käytetään muun muassa suunniteltaessa etukäteen säteilysuojelua ja optimointia. Efektiivisen annoksen avulla voidaan karkeasti vertailla (taulukko 1) erilaisista toimenpiteistä aiheutuvaa suhteellista annosta, samanlaisten menetelmien käyttöä eri sairaaloissa ja maissa tai eri tekniikoiden käyttöä samassa lääketieteellisessä tutkimuksessa. (STUK 2009b, 13, 37–40, 98.)

TAULUKKO 1. Esimerkkejä efektiivisistä annoksista (STUK 2016a mukailen).

Annoksen suuruus	Mikä annos?
0,01 mSv	Raajan (esim. polven) natiiviröntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva annos
0,1 mSv	Keuhkojen natiiviröntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva annos
2 mSv	Annos, jonka lentokoneessa työskentelevä saa kosmisesta säteilystä / vuosi
3,2 mSv	Säteilystä (sisäilman radon, röntgentutkimukset jne.) aiheutuva keskimääräinen annos / suomalainen
20 mSv	Suurin sallittu annos säteilytyöntekijälle / vuosi

Absorboitunut annos (D) on säteilysojelussa annoksen perussuure ja sen yksikön nimi on Gray (Gy, J/kg) (Marttila 2002, 74). Lämpivalaisussa potilasannosten seurannassa käytetään pinta-annosta kuvaavaa suuretta ESD (entrance surface dose) sekä annoksen ja pinta-alan tuloa kuvaavaa DAP-arvoa (dose area product) (Pöyry 2004, 1). Potilaaseen absorboitunut energia voidaan arvioida, kun tiedetään DAP-arvo sekä käytetyn säteilyn spektri ja kohteen paksuus. Pinta-annos, ESD, tarkoittaa ilmaan absorboitunutta annosta siinä pisteessä, jossa säteilykeilan keskiakseli osuu potilaaseen. DAP-arvo kuvaa paremmin potilaan säteilyaltistusta kuin pinta-annos, koska se huomioi sen, kuinka suuri osa kohteesta on altistunut säteilylle. DAP-arvoa käytetään yleisesti annoksen arviointiin läpivalaisussa ja se on helppo mitata tutkimuskohtaisesti. (Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 119, 122–123.)

Taulukossa 2 on hyödynnetty tietoja KYS:in leikkausyksikössä vuonna 2015 tehdyistä läpivalaisu- tutkimuksista ja niissä mitatuista DAP-arvoista. Taulukkoon valittiin 13 yleistä tutkimusta, joista kustakin laskettiin minimi-, maksimi- ja keskimääräiset annokset. Ranne-/käsimurtuman läpivalaisusta syntyneet DAP-arvot on laskettu sekä C-kaari- että O-kaari-avusteisesta toimenpiteestä, koska se havainnollistaa hyvin erot potilaalle aiheutuviissa säteilyannoksissa.

TAULUKKO 2. Leikkausyksikössä läpivalaisusta aiheutuneita DAP-annoslukemia.

TOIMENPIDE	Minimi- annos (mGy*cm <sup>2</sup> )	Keski- määräinen annos (mGy*cm <sup>2</sup> )	Maksimi- annos (mGy*cm <sup>2</sup> )
Ranne-/käsimurtuman cercl/Kirsch/biodeg <b>(C-kaari)</b>	6,6	81,7	490
Nilkkamurtumaleikkaus ruuvi, cercl, Kirsch	1,6	120,5	857
Kyynärvarren murtumaleikkaus levyllä	3	121,3	616
Ranne-/käsimurtuman cercl/Kirsch/biodeg <b>(O-kaari)</b>	7	125,2	1400
Ranteen/käden luun murtuma- leikkaus levyllä	1	146,9	913
Kaularankaluudutus etu- kautta/ei-fiksaatio	0,03	150,2	918
Sappirakon poisto (laparosko- pia)	17	217,4	718
Välilevytyrän mikrokir. poisto lannerangasta	4,3	283,4	993
Välilevytyrän avoin poisto lannerangasta	1,3	358,15	1290
Säären ydinnaulaus	10,7	638,64	2100
Reisiluun murtumaleikkaus le- vyllä	3,05	731,7	4100
Reisiluun yläosan gammanau- laus	1	3011,9	22100
Selkäydinstimulaattorin asen- nus	14,7	6096,5	35100

### 3 SÄTEILYSUOJELU

Vuonna 1957 säteilyn käyttö muuttui Suomessa luvanvaraiseksi ensimmäisen säteilynkäyttöä koskevan lain, Säteilysuojauslaki 174/1957, myötä. Tästä lähtien suomalaista säteilyn lääketieteellistä käyttöä ovat ohjanneet lait ja asetukset, nykyisin Säteilylaki 1991/592 ja Säteilyasetus 1991/1512 sekä Säteilyturvakeskuksen antamat Säteilyturvallisuusohjeet. (Pukkila 2004, 298.)

Säteilyn lääketieteellistä käyttöä ohjaa ja valvoo Suomessa Säteilyturvakeskus, joka on Sosiaali- ja terveysministeriön alainen organisaatio (Säteilylaki 1991, §6). Säteilylaitteiden käyttöä puolestaan Suomessa valvoo Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto Valvira. Säteilylaitteiden käytöstä on määrätty säteilylaissa sekä terveydenhuollon laitteita ja tarvikkeita koskevassa laissa. (Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista 2010, §4, §53.)

Suomen liittyttyä Euroopan unionin jäsenmaaksi, oli osaksi kansallista lainsäädäntöä lisättävä Euroopan unionin säteilyä koskevat direktiivit, Euratom 96/29 ja Euratom 97/43. Jo ennen tätä laeissa oli suurelta osin noudatettu Euroopan unionin neuvoston vuosina 1980 ja 1984 laatimia säteilysuojelua koskevia direktiivejä ja Kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan ICRP:n (International Commission on Radiological Protection) perusjulkaisun ICRP 60 säteilysuojeluperiaatteita ja annosrajoja. (Pukkila 2004, 298–299.)

Tällä hetkellä koko suomalainen lainsäädäntö on uudistumassa uusimman EU-direktiivin, 2013/59/Euratom, myötä. Direktiivi on pantava täytäntöön ennen helmikuuta 2018, ja se tulee muuttamaan nykyistä säteilylakia, -asetusta, STM:n asetusta säteilyn lääketieteellisestä käytöstä ja ST-ohjeita. Uuden lain luonnos on tulossa lausuttavaksi sidosryhmille vuoden 2016 aikana. (Bly 2015, 3, 45.)

#### 3.1 Säteilysuojelun periaatteet

Säteilysuojelun yleisperiaatteet perustuvat ICRP:n antamiin säteilysuojelun perussuosituksiin ionisoivan säteilyn vahingollisia vaikutuksia vastaan. Näiden suositusten tarkoituksena on edistää ihmisen ja ympäristön suojelemista säteilyn haitallisilta vaikutuksilta, kuitenkin rajoittamatta liikaa ihmisille hyödyllistä säteilyn käyttöä, esimerkiksi terveydenhuollossa. Säteilysuojelun periaatteita sovelletaan suunniteltuihin altistustilanteisiin ja niillä pyritään ihmisen terveyden suojelemiseen. Säteilysuojelun peruseriaatteet ovat oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaatteet. (STUK 2009b, 3, 22–23, 62.)

Oikeutuseriaate tarkoittaa sitä, että säteilyllä saavutettavan hyödyn on oltava suurempi kuin säteilyaltistuksesta aiheutuvan haitan (Säteilylaki 1991, §2). Lääkärin on etukäteen huomioitava muut vaihtoehdot toimenpiteen tarkoituksen toteuttamiseksi. On myös tarkistettava, että haluttua tietoa ei ole jo olemassa ja tutkimusmenetelmä on sopivin halutun tiedon hankkimiseksi. (STUK 2009b, 96–97.) Leikkausyksikössä oikeutuksen arviointia on esimerkiksi läpivalaisun tarpeellisuus: tuoko läpivalaisun käyttäminen merkittävän hyödyn lopputuloksen saavuttamiseksi?

Säteilynkäytön optimointi perustuu ALARA-periaatteeseen (As Low As Reasonably Achievable), joka tarkoittaa säteilyaltistuksen pitämistä radiologisissa tutkimuksissa ja toimenpiteissä niin pienenä kuin käytännön keinoin on mahdollista (Agarwal 2011, 220; Säteilylaki 1991, §2). Optimoinnilla minimoidaan sekä potilaan että henkilökunnan säderasitus. (STUK 2014c, 5, 7.) Leikkausyksikössä optimointia on muun muassa säteilysuojien oikeanlainen käyttö, oikeat toimintatavat, läpivalaisulaitteen valinta (O-kaari vai C-kaari) sekä läpivalaisulaitteen käytön hallinta ja perehdytys laitteen käyttöön.

Yksilönsuojaperiaatteella tarkoitetaan sitä, että yksilön säteilyaltistus ei ylitä säteilyasetuksella vahvistettavia annosrajoja, eli enimmäisrajoja (Säteilylaki 1991, §2). Säteilyn kanssa työskentelevällä efektiivinen annos ei saa olla keskiarvoisesti yli 20 mSv vuodessa viiden vuoden aikana, eikä minäkään vuoden aikana yli 50 mSv. Yksilönsuoja koskee myös väestön yksilöä, esimerkiksi sikiötä. Säteilyn käyttöä raskaana olevalle naiselle tehtävän toimenpiteen yhteydessä tulisi pohtia tarkkaan: onko sen käyttäminen toimenpiteen onnistumisen kannalta välttämätöntä? Raskauden mahdollisuus on aina suljettava pois kysymällä asiaa fertiili-ikäiseltä naispotilaalta ennen tutkimusta ja tiedot raskaudesta on kirjattava potilastietoihin. Yksilönsuoja liittyy myös mahdolliseen kiinnipitäjään, jolle tulee kertoa säteilylle altistumisesta ja hänet tulee suojata ja opastaa niin, että säteilyaltistus jää mahdollisimman pieneksi. (Jantunen, Kortelainen, Lehtonen ja Wood 2006, 9.)

### 3.2 Koulutusvaatimukset

Toiminnanharjoittaja on velvollinen järjestämään koulutusta säteilylähteiden käyttöön osallistuville henkilöille toiminnan laadun sekä laajuuden mukaisesti. Tietoon säteilyn terveydellisistä haitoista sekä turvallisuutta korostaviin työtapoihin on kiinnitettävä erityisesti huomiota niin, että tarpeeton altistuminen säteilylle voidaan estää. Työntekijä on velvollinen toimimaan annettujen ohjeiden mukaisesti ja toimimaan säteilyturvallisesti. (Säteilylaki 1991, §14a, §36.)

Heikkilän (2013, 11) tutkimuksessa leikkaussalien toimintatavoista säteilyn käytön eri osa-alueilla tuli esille, että henkilökunnan säteilysuojelukoulutuksessa sekä säteilyn käytön osaamisessa näyttäisi olevan puutteita. Säteilyturvakeskuksen sekä opetus- ja kulttuuriministeriön tekemässä terveydenhuollon ammattihenkilöiden säteilysuojelukoulutuksen tilanteen kartoituksessa ilmeni, että koulutus on puutteellista leikkaussalissa työskentelevien lääkäreiden ja sairaanhoitajien kohdalla. Tällöin esimerkiksi osassa yliopistoissa säteilysuojelukoulutus kuului vain syöpätautien, radiologian ja kliinisen fysiologian erikoislääkäreiden peruskoulutukseen, eikä esimerkiksi sairaanhoitajien peruskoulutukseen sitä sisältynyt lainkaan. Säteilyturvallisuusohjetta (ST-ohje) 1.7 päivitettiin vuonna 2012, jossa muutettiin säteilysuojelu-koulutusvaatimuksia kohdistuvaksi myös leikkausyksiköiden henkilökuntaan.

Nykyään leikkaussalissa työskentelevien lääkäreiden, sairaanhoitajien ja lähihoitajien peruskoulutuksen opinto-ohjelmaan sisältyy säteilysuojelun perustietojen opetusta. Peruskoulutuksen lisäksi täydennyskoulutuksen tulisi sisältää olennaisten säteilysuojelu-asioiden kertausta sekä keskittyä kussakin tehtävässä tarpeellisiin säteilyturvallisuuteen liittyviin erityispiirteisiin. Täydennyskoulutus voi olla esimerkiksi ohjattua opetusta demonstraatioiden muodossa, osallistumista koulutustilaisuuksiin tai

omatoimista opiskelua. Lääkärin (ortopedi, kardiologi tai muu säteilyä käyttävä lääkäri), sairaanhoitajan tai lääkintävahtimestarin täydennyskoulutuksen vähimmäismäärä viiden vuoden aikana on 20 tuntia. Runsaasti säteilyä käyttävällä lääkärillä (esim. ortopedi tai kardiologi) täydennyskoulutuksen määrä on 40 tuntia viiden vuoden aikana. Työntekijän velvollisuutena on käydä tarvittavat säteily-suojeluun liittyvät koulutukset ja toimia annettujen ohjeiden mukaisesti. (Järvinen 2005a, 87; STUK 2012, 3–5, 12.) Jokaisen työntekijän on huolehdittava omalta osaltaan itsensä sekä muiden säteilyturvallisuudesta (Säteilylaki 1991, §36).

## 4 LÄPIVALAISULAITTEEN LAITETEKNIikka

Läpivalaisua käytetään, kun tarvitaan reaaliaikaista kuvaa kehon sisäisistä rakenteista tai nesteiden liikkeistä (Mäkelä ja Katisko 2015). Tällainen tarve on monesti mm. toimenpideradiologiassa sekä kirurgian eri osa-alueilla, kuten ortopediassa, urologiassa, neurologiassa ja kardiologiassa. Läpivalaisun käyttö on lisääntynyt leikkaussaleissa, koska se mahdollistaa noninvasiivisempien toimenpiteiden toteuttamisen sekä lisää turvallisuutta, esimerkiksi helpottamalla instrumenttien täsmällisempää käyttöä. (Heikkilä 2013, 13–14.) Läpivalaisulaitteessa on useita säätömahdollisuuksia, jotka vaikuttavat sekä kuvanlaatuun, että potilaan ja henkilökunnan saamaan säteilyaltistukseen (Jantunen, Kortelainen, Lehtonen ym. 2006, 33). Läpivalaisulaitteena leikkaussaleissa on joko C- tai O-kaari, mutta C-kaaren käyttöosuus on vielä tällä hetkellä suurempi, minkä vuoksi tämä opinnäytetyö painottuu C-kaareen liittyviin asioihin ja O-kaari mainitaan vain pintapuolisesti.

### 4.1 C-kaari

C-kaari on C:n muotoinen läpivalaisulaite (kuva 1), jossa kaaren toisessa päässä on röntgenputki ja toisessa säteilylle herkkä kuvailmaisain, eli detektori. Liikuteltavassa C-kaaressa röntgenputken ja detektorin välinen etäisyys on kiinteä. Detektori havaitsee potilaasta läpimenneen säteilyn ja muuntaa sen näkyväksi kuvaksi tai sähköiseksi signaaliksi, josta kuva muodostuu. (Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 51, 55–56, 60.) C-kaaren kuvailmaisimena toimii joko kuvanvahvistin (image intensifier) tai taulukuvailmaisain (flat panel detector, FPD) (Nickoloff 2011, 591).



KUVA 1. C-kaari. Röntgenputki kuvassa alhaalla ja detektori ylhäällä. (Stephenson, 2005.)

#### 4.1.1 Kuvanvahvistin ja taulukuvailmaisain

Kuvanvahvistin on tyhjiöputki, joka havaitsee potilaan läpäisseen säteilyn. Säteily synnyttää kuvanvahvistimessa kirkasta valoa, jonka siinä kiinni oleva kamerajärjestelmä pystyy kuvaamaan. Kamera muuntaa havaitun valon sarjaksi sähköisiä signaaleja, mistä muodostuu kuva läpivalaisulaitteen monitorille. (Nickoloff 2011, 592–593.)

Taulukuvailmaisoin puolestaan muuntaa röntgensäteilyn energian ensin näkyväksi valoksi, mikä muuttaa ilmaisimen sähkön johtavuutta. Sähkön johtavuus on suoraan verrannollinen valon intensiteettiin: mitä enemmän säteilyä on tullut detektorille ja valoa tuotettu, sitä enemmän sähköä johtuu ja varausta tyhjenee. Varauksen tyhjenemisen jälkeen selvitetään jokaisen detektorin elementin matriisista siihen jääneen jäännösvarauksen määrä, eli kuinka paljon varausta on tietyistä kohdasta hävinnyt. Varauksen häviön perusteella muodostuu sähköinen kuva säteiden jakautumisesta detektorille. Tämän tiedon avulla muodostetaan kuva läpivalaisulaitteen monitorille. (Nickoloff 2011, 593–594.)

Taulukuvailmaisimessa on monia etuja kuvanvahvistimeen verrattuna. Se on muun muassa pienikokoisempi, mikä mahdollistaa läpivalaisulaitteen joustavammat liikkeet potilaan tutkimisen ja kuvaamisen aikana. Se on myös tekniikaltaan vakaampi sekä modernimpi: koko prosessin ollessa digitaalinen, kuvaan syntyy vähemmän kohinaa eli kuvanlaatu on parempi. Taulukuvailmaisimen eduiksi voidaan lukea myös sen laajempi dynaaminen alue, eli säteilymäärästä riippumatta kuvasta tulee hyvälaatuinen. Lisäksi taulukuvailmaisinta käytettäessä on mahdollista päästä pienempiin potilasannoksiin kuvanvahvistimeen verrattuna. Monista taulukuvailmaisimen eduista huolimatta kuvanvahvistin on edelleen laajasti käytössä, etenkin liikuteltavissa C-kaarissa ja gastrologisissa läpivalaisuissa. Tähän vaikuttaa kuvanvahvistimen edullisuus taulukuvailmaisimeen verrattuna. (Nickoloff 2011, 591–592, 594–602.)

#### 4.1.2 C-kaaren liikesuunnat

C-kaarta pystytään liikuttelemaan eri suuntiin, jolloin röntgenputki saadaan eri asentoihin potilaaseen nähden ja kuvaussuunta vaihtuu. Röntgenputken liikesuunnat ovat kraniaalinen/kaudaalinen (CRA/CAU) eli C-kaarta voidaan kallistaa potilaan pään tai jalkojen suuntaan, sekä sivusuuntaan vasemmalle tai oikealle (LAO=left anterior oblique ja RAO=right anterior oblique). (Pasciak, Bourgeois ja Jones 2014.) Myös näiden liikesuuntien yhdistelmät ovat mahdollisia, eli putkea voidaan kääntää esimerkiksi samanaikaisesti vasemmalle ja kohti potilaan päätä. Lisäksi C-kaari liikkuu ylä-/alasuunnassa, eli röntgenputken ja detektorin etäisyyttä potilaaseen voidaan vaihdella. (IAEA 2013.)

Potilaan koko ja paksuus vaikuttavat ympärillä olevien työntekijöiden säteilyaltistukseen. Kuvattavan kohteen paksuuden kasvaessa työntekijän annos kasvaa, koska kohteen suurempi läpimitta vaatii säteilyn määrän eli kuvausjännitteen sekä putkivirran nostamista, jotta kuvanlaatu pysyisi haluttuna. Potilaan kokoon ei voi vaikuttaa, mutta potilaan ”paksuutta” lisää kallistettu kuvaussuunta. PA-suunnan (posterior-anterior eli taka-etu) läpivalaisuun verrattuna LAO/RAO/CRA/CAU -suuntien läpivalaisuissa annosnopeus voi nousta jopa yli 10-kertaiseksi. Kallistettuja kuvasuuntia kannattaa siis säteilysuojelun näkökulmasta välttää aina, kun on mahdollista. (Wirtanen 2012, 47–48.)



#### 4.2 O-kaari ja sen erot C-kaareen verrattuna

O-kaari on liikuteltava kuvantamislaitte, joka on ominaisuuksiltaan kuin yhdistelmä c-kaaresta ja tietokonetomografialaitteesta (kuva 2). O-kaaren muoto mahdollistaa kuvaamisen 360 astetta potilaan ympäriltä ja sillä saadaan kuvattua tietokonetomografia -kuvien kaltaisia leikekuvia (Katisko 2011). O-kaarella pystytään saamaan myös kaksiulotteista läpivalaisukuvaa. O-kaari pystytään avaamaan potilaan asettelun ajaksi, mikä helpottaa toimenpiteeseen valmistautumista. Leikkausyksiköissä O-kaarta käytetään mm. ortopedian, verisuonikirurgian sekä neurologian ja pään alueen toimenpiteiden aikana. (Medtronic 2011, 4, 6–7, 21.)



KUVA 2. Aukinainen O-kaari (Dmitriy Koshelev, 2013).

Suurin ero O- ja C-kaaren välillä on se, että pääasiassa C-kaaren avulla voidaan kuvata vain 2D-kuvia, kun O-kaari puolestaan mahdollistaa 3D-kuvauksen. O-kaari on myös kalliimpi ja hankalampi käytössä, koska sitä ei voi yhtä vapaasti kallistaa eli muuttaa kuvaussuuntaa kuin C-kaarta käytettäessä (Matikka 2016-03-22). O-kaari -kuvantamisessa säteilyn määrä on suurempi, mutta toimenpiteen aikana henkilökunnan kokonaisaltistus säteilylle C-kaarta vähäisempää. Tämä johtuu siitä, että toisin kuin C-kaarella kuvattaessa, O-kaarta käytettäessä muu henkilökunta poistuu leikkaussalista O-kaarta käyttävää työntekijää lukuun ottamatta. Leikkaussaliin jäävä työntekijä puolestaan suojautuu säteilyltä menemällä O-kaaren sivulle tai sädesuojaseinän taakse säteilytyksen ajaksi. Potilaan saama säteilyn määrä ja hänestä siroavan säteilyn määrä lähentelee TT-kuvausta (n.  $\frac{2}{3}$  TT-kuvauksen vastaavista) 3D-kuvauksissa. Nämä määrät ovat moninkertaisia C-kaarella kuvantamiseen verrattuna, mutta vaativissa leikkauksissa O-kaarella kuvauskertoja on yleensä vähemmän kuin C-kaari -avusteisissa leikkauksissa. (Katisko 2011.)

### 4.3 Lämpivaluisumuodot

C-kaari-työskentelyssä voidaan lämpivalaisua toteuttaa jatkuvana, pulssattuna tai yksittäispulssina. Jatkuvassa lämpivalaisussa säteilytystä pidetään päällä, jolloin kuva kohteesta näkyy monitorilla reaaliaikaisesti niin kauan kunnes säteilytys lopetetaan. (Jantunen, Kortelainen, Lehkonen ym. 2006, 34.) Nykyään uusissa, markkinoille tulevissa lämpivalaisulaitteissa ei ole jatkuvan lämpivalaisun mahdollisuutta (Heikkilä 2013, 65). Pulssatussa lämpivalaisussa säteilytys on päällä valitun pulssiintervalin, eli säteily katkeaa ja alkaa toimimaan uudelleen valitun pulssiintervalin mukaisesti. Yksittäispulssina kuvatussa eli lämpivalaisukytkintä painettaessa, kuvamonitorille tulee vain yksi kuva lämpivalaisutilanteesta kerrallaan. (Jantunen, Kortelainen, Lehkonen ym. 2006, 34.) Myös tavanomaisten röntgenkuvien ottaminen onnistuu lämpivalaisulaitteella (Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 43).

Pulsoivan lämpivalaisun käyttäminen vähentää säteilyaltistusta ja sitä on käytettävä aina, kun se on mahdollista. Pulssinopeus on mahdollista valita, esimerkiksi 8 pulssia sekunnissa, ja se tulisi pitää mahdollisimman matalana. Kuvattavan kohteen tai tarkasteltavan ilmiön nopeus määrittää käytettävän pulssinopeuden. Esimerkiksi verisuonitoimenpiteissä tarvitaan korkeampaa pulssinopeutta (20 p/s), koska veri virtaa, kun taas ortopediassa matalampi pulssinopeus (8 p/s) riittää, koska tarkasteltava kohde ei liiku. (Lipsitz, Veith, Ohki, Heller, Wain, Suggs, Lee, Kwei, Goldstein, Rabin, Chang ja Mehta 2010, 706–707; Prime, Khan, Dheerendra ja Maruthainar 2010, 167.)

Lämpivalaisun jälkeen laitteen monitorille saadaan jätettyä viimeinen lämpivalaisukuva, vaikka säteily on katkaistu. Tämän jälkinäyttökuvan (Last Image Hold) avulla voidaan rajata kuvausaluetta sekä liikuttaa c-kaarta haluttuun suuntaan, ilman potilaan lämpivalaisemista. Lämpivalaisujan pitäminen mahdollisimman pienenä on yksi vaikuttavimmista tekijöistä potilaan sekä hoitohenkilökunnan säteilyaltistuksen minimoimisen kannalta. (Chaffins 2008, 420; Wirtanen 2012, 48.)

### 4.4 Annosnopeus

Monet lämpivalaisulaitteen toiminnoista ovat nykyään automatisoituja, mikä auttaa tutkimuksen turvallisessa suorittamisessa (Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 43). Yksi näistä toiminnoista on annosnopeus, jolla tarkoitetaan ihmisen saamaa säteilyannosta tietyn ajan kuluessa. Sen yksikkönä käytetään sievertiä tunnissa (Sv/h). (STUK 2016a.) Annosnopeutta alentamalla tai nostamalla säädetään röntgenputken säteilyntuottoa, eli säteilyn määrää aikayksikössä, joka käytännössä määräytyy säätämällä laitteen jännitettä ja virtaa (kV ja mA) (Mäkelä ja Katisko 2015).

Lämpivalaisun ajaksi voidaan laitteesta riippuen annosnopeudeksi valita matala, normaali tai korkea (low/medium/high). Tehdasasetuksena C-kaarissa on usein valittuna normaali annosnopeus. (Heikkilä 2013, 65; Wirtanen 2012, 47, 49.) Lähtökohtaisesti annosnopeus kannattaa pitää matalana ja nostaa sitä vain silloin, jos tarvitaan tarkempaa lämpivalaisukuvaa. Kuvauksessa olisi pyrittävä riittävään kuvanlaatuun, jolla nähdään halutut yksityiskohdat ja diagnostinen tieto, eikä kaikissa kuvauksissa ole tarpeellista pyrkiä parhaaseen kuvanlaatuun. (Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 77–78; Wirtanen 2012, 47.)

Muiden kuvausparametrien pysyessä samana, saattaa annostasoa kasvaa kolminkertaiseksi vaihdettaessa matalasta annosnopeudesta korkeaan. Annosnopeuden valinnan lisäksi läpivalaisulaitteissa on myös useita muita laitekohtaisia säätömahdollisuuksia, jotka vaikuttavat sekä kuvanlaatuun, että potilaan ja leikkaussalin henkilökunnan saamaan säteilyaltistukseen. (Jantunen, Kortelainen, Lehkonen ym. 2006, 33–34.)

#### 4.5 Kuvakentän rajaaminen

Kuvakentän rajaamisella eli kollimoinnilla pyritään vain mielenkiinto-alueen kuvaamiseen. Sillä voidaan jopa puolittaa potilaan saama säteilyannos ja samalla parantaa kuvanlaatua. (Lipsitz, Veith, Ohki ym. 2010, 707; Prime, Khan, Dheerendra ym. 2010, 167.) Mitä pienemmällä kuvakentällä pystytään kuvaamaan, sitä vähemmän potilaasta siroaa säteilyä ympäristöön. Siroavan säteilyn määrän pienentyminen parantaa kuvanlaatua, sillä sironta aiheuttaa kuvaan kohinaa. Kuvanlaatuun ja säteilyn määrään vaikuttavat kuvakentän koon lisäksi myös kuvausarvojen valinta. (Jantunen, Kortelainen, Lehkonen ym. 2006, 33.)

C-kaareissa kollimointi voi tapahtua puoli- ja iiris-kollimaattorin avulla. Rajaamista varten on ensin otettava kuva, sillä C-kaareissa ei laitetekniikan vuoksi ole perinteistä rajaus- eli blendavaloa. Puolikollimaattorilla kenttää voidaan rajata yhdellä tai kahdella lamellilla, jotka liikkuvat kentän vastakkaisista reunoista. Iiris-kollimaattorissa on useampia lamelleja, joita säätämällä kuvakenttää rajataan. (GE healthcare 2011, 114–116.)

## 5 SÄTEILYTURVALLISUUS KÄYTÄNNÖN TYÖSSÄ

Leikkausyksikössä työskentelee moniammatillisia tiimejä, jotka koostuvat esimerkiksi kirurgeista, anestesia- ja lääketieteellisistä sairaanhoitajista ja lääkintävahtimestareista. Vaikka leikkaussaleissa tehtävät läpivalaisuohjatut toimenpiteet ovat viime vuosina lisääntyneet jatkuvasti, ei leikkausyksikön henkilökuntaan yleensä kuulu säteilynkäytön ammattilaisia: radiologeja, röntgenhoitajia tai fyysikoita. Tästä johtuen on tärkeää, että jokainen leikkaussalissa työskentelevä on sisäistänyt säteilyyn, siltä suojautumiseen ja säteilyn käytön optimoimiseen liittyvät perusasiat. Säteilystä aiheutuvia haittoja voidaan estää henkilökunnan oikeilla toimintatavoilla, optimoidulla läpivalaisun käytöllä sekä säteilyannoksia seuraamalla. (Heikkilä 2013, 9, 13, 20, 65.)

### 5.1 Leikkaussali säteilyn käyttöympäristönä

Säteilyn käyttötiloja suunniteltaessa on huomioitava leikkaussalissa ja sen ympäristössä työskentelevien säteilyturvallisuus. Rakenteellisilla suojilla on katettava vähintään se alue, jolle on mahdollista kohdistua laitteesta syntyvää primäärisäteilyä tai potilaasta suoraan siroavaa säteilyä. Leikkaussalin ulkopuolella on huomioitava seinien, ikkunoiden ja ovien rakenteiden säteilysuojaus. Rakenteissa käytettävät säteilysuojaukset ovat betonia tai lyijylevyä (1mm lyijyä vastaa 100mm betonia). (STUK 2011, 5, 10.) Leikkaussalin oven takana ei saisi oleskella tarpeettomasti läpivalaisun aikana, jos sitä ei ole lyijytetty. Myös leikkaussalin oven ikkunassa tulee olla lyijysuojaus, jotta sen läpi voi turvallisesti katsella. (Heikkilä 2013, 69.)

Työskentelypaikat säteilytyössä on tarvittaessa luokiteltava valvonta- ja tarkkailualueiksi. Valvonta-alue tarkoittaa työtilaa/-aluetta, jossa työntekijälle työstä aiheutuva vuotuinen efektiivinen annos voi olla suurempi kuin 6 mSv. Valvonta-alue käsittää läpivalaisun aikana konkreettisesti potilaan lähiympäristöstä sen alueen, johon kohdistuu primäärisäteilyä tai siroavaa säteilyä, eli käytännössä koko leikkaussalin. Tarkkailu-alue tarkoittaa työtilaa/-aluetta, jossa vuotuinen efektiivinen annos voi olla yli 1 mSv, mutta ei yli 6 mSv. Leikkausyksikössä tämä tarkoittaa leikkaussalin ympäröivää aluetta, eli esimerkiksi tarkkailu-/säätötilaa. (STUK 2009a, 6–7, 18.)

Tilassa, missä säteilyä käytetään, on oltava säteilyvaaraa osoittava merkintä. Merkintänä voi toimia ovien välittömässä läheisyydessä olevat merkkivalot ja niillä varoitetaan ulkopuolisia leikkaussalissa tapahtuvasta säteilyn käytöstä. Suositusten mukaan säteilylaitteen toimintavalmiutta osoitetaan keltaisella tai valkoisella valolla, johon olisi hyvä liittää "LAITE TOIMINTAVALMIS" -teksti. Säteilytyksen päällä oleminen puolestaan olisi suositusten mukaan osoitettava punaisella valolla ja valoon suositellulla tekstillä "PÄÄSY KIELLETTY". Valot kannattaa sijoittaa luonnolliselle katselukorkeudelle tai muuten helposti havaittaviksi. (STUK 2011, 6.)

## 5.2 Etäisyys ja sijoittuminen läpivalaisua käytettäessä

Läpivalaisua käytettäessä leikkaussalissa tulee välttää tarpeetonta oleskelua. Silloin salissa saa olla vain henkilöt, jotka ovat tarpeen toimenpiteen tai potilaan hoidon/turvallisuuden kannalta katsottuna. (STUK 2014c, 7.) Leikkaussaliin jäävien on tiedettävä, mikä merkitys säteilysuojelun kannalta on omalla etäisyydellä potilaaseen sekä sijoittumisella röntgenputkeen nähden. (Chaffins 2008, 420.)

Leikkaussalin henkilökunnan säteilyaltistus johtuu pääosin potilaasta siroavasta säteilystä (Heikkilä 2013, 23). Säteilyn vaimeneminen ilmassa on kääntäen verrannollista säteilyn lähteestä mitatun etäisyyden neliöön. Lisäämällä etäisyyttä kuvattavaan kohteeseen voi työntekijä pienentää säteilyaltistustaan ja se on yksi tehokkaimmista keinoista suojautua säteilyä vastaan. Esimerkiksi, jos kuvitteluun säteilymäärän olevan metrin etäisyydellä potilaan kuvattavasta alueesta  $x$ , kahden metrin etäisyydellä se on enää  $n. \frac{1}{4}$  osa alkuperäisestä määrästä ( $x$ ), eli siroavasta säteilyä ei kauempana ole niin paljon. Vastaavasti lähempänä kuvattavaa aluetta säteilymäärä kasvaa, eli puolen metrin etäisyydellä säteilymäärä on noin nelinkertainen verrattuna siihen, mitä se on yhden metrin etäisyydellä. (Jantunen, Kortelainen, Lehtonen ym. 2006, 38; Kettunen, Ahonen, Räsänen ja Servomaa 2006, 13–14.)

Säteilyn sironna on suurinta takaisin röntgenputken suuntaan. Tämän takia potilaan lähellä työskenneltäessä läpivalaisun ollessa päällä, on säteilysuojellisesti turvallisempaa sijoittua röntgenputken vierestä kuvanvahvistimen puolelle. Hoitajan oikea sijoittuminen voi pienentää hänen saamansa säteilyannoksen leikkauksen aikana viidesosaan. On myös todettu, että kolminkertaistamalla etäisyys potilaaseen nähden läpivalaisun aikana, on suunnilleen sama vaikutus kuin lyijysuojan pukemisella. Tästä huolimatta leikkaussalissa tulee läpivalaisun aikana käyttää sekä lyijysuojia että etäisyyttä säteilysuojauksessa. (Chaffins 2008, 420; Prime, Khan, Dheerendra ym. 2010, 167.)

## 5.3 Säteilysuojat

Leikkaussalissa työskentelevien henkilöiden tulee käyttää läpivalaisun aikana oikeanlaisia, niin henkilökohtaisia kuin rakenteellisia, säteilysuojaimia. Henkilökunnan suojautumistarve sekä -mahdollisuudet riippuvat suoritettavasta toimenpiteestä. Säteilyltä suojautumiseen on hyvä varautua ennalta, jos etukäteen on tiedossa, että toimenpiteessä käytetään läpivalaisua. Käytännössä tämä tarkoittaa hyvää valmistautumista, esimerkiksi liikuteltavien säteilysuojaseinien lähettyville tuomista sekä henkilökohtaisten säteilysuojien valmiiksi päälle pukemista. (Mäkelä ja Katisko 2015; Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 156–157.)

Toimenpiteen aikana suojana voidaan käyttää liikuteltavaa lyijyseinää tai poistua salin ulkopuolelle, jos otetaan vain muutama kuva. Henkilökunnan säteilyturvallisuutta voidaan parantaa käyttämällä leikkauspöydän reunaan kiinnitettäviä hajasäteilysuojia. Tällaisia ovat esimerkiksi tarralla kiinnitettävät roikkuvat lamellimaiset lyijysuojaimet, jotka mahdollistavat C-kaaren esteettömän käytön. On myös olemassa erilaisia osittain kiinteitä lyijysuojia, jotka asetetaan pöydän reunaan sekä kattoon

asennettuja lyijytettyjä pleksilevyjä, jotka asetetaan potilaan ja toimenpiteen suorittajan väliin. (Kettunen, Ahonen, Räsänen ym. 2006, 14; Räsänen ja Hirvonen 2011, 17; Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 158.) Pleksilevyjen käyttö voi kuitenkin olla ongelmallista leikkaussalissa, johtuen muista kattoon asennetuista välineistä, esimerkiksi leikkauslamppuista ja näytöistä, joita on pystyttävä siirtämään helposti. Sen vuoksi niitä ei usein leikkausyksiköissä käytetä. (Heikkilä 2013, 69; Kettunen, Ahonen, Räsänen ym. 2006, 14.)

### 5.3.1 Säteilysuojien rakenne

Säteilysuojien suojaamiskyky perustuu suojamateriaalin ja röntgensäteilyn fysikaaliseen vuorovaikutukseen. Röntgensäteily on epäsuorasti eli välillisesti ionisoivaa säteilyä, jonka pääasialliset vuorovaikutukset väliaineessa ovat fotosähköinen absorptio sekä Comptonin sironta. Ne tapahtuvat säteilyn osuessa väliaineeseen, jolloin säteily vaimenee. Säteilysuojien suojausmateriaalina käytetään useimmiten lyijyä (Pb), koska se absorboi eli vaimentaa hyvin röntgensäteilyä suuren vaimennuskertoimensa vuoksi. (Sandberg ja Paltemaa 2002, 44, 46; Tapiovaara, Pukkila ja Miettinen 2004, 28.) Säteilysuojissa materiaalina voidaan käyttää lyijyn tilalla myös lyijyvinyyliä tai lyijysekoitetta ja ne ovat yhtä turvallisia käyttää (Räsänen ja Hirvonen 2011, 16). Nykyään on olemassa myös täysin lyijyttömiä säteilysuojia, jotka ovat kevyempiä ja miellyttävämpiä käyttää. Niissä käytetään muita säteilyä vaimentavia ja kevyempiä materiaaleja, suuren atomiluvun omaavia raskasmetalleja, kuten tinaa tai vismuttia. (Lindberg, Virtanen ja Petäjäjärvi 2016, 32.)

Säteilysuojien suojauskyky ilmoitetaan lyijykvivalenttiarvona (mmPb), joka kertoo, kuinka paksua lyijykerrosta säteilysuojan suojauskyky vastaa jännitteeseen (kV) verrattuna. 1 mm:n lyijykerros vaimentaa primäärisäteilyä lähes sadasosaan. Henkilökohtaisen lyijysuojan ekvivalenttiarvon tulee olla vähintään 0,25mmPb käytettäessä alle 100kV kuvausjännitettä ja 0,35mmPb käytettäessä yli 100 kV kuvausjännitettä. (Lindberg, Virtanen ja Petäjäjärvi 2016, 32.) Liikuteltavassa C-kaareissa voidaan kuvausjännitettä säätää kuvauskohteen ja kuvanlaadun mukaan, esimerkiksi GE fluorostar 7900 -laitteessa kuvaus- ja läpivalaisujännite voidaan säätää 36-110kV välille (GE healthcare 2011, 204, 208).

Työntekijän on tärkeää tietää käyttämänsä säteilysuojan rakenne ja lyijykvivalenttiarvo, koska ne voivat vaihdella valmistajasta riippuen. Joskus säteilysuojan takapuolella on ohuempi suoja kuin edessä, esimerkiksi takana lyijyvastaavuus on 0,25mmPb ja edessä 0,5mmPb. Tämä täytyy ottaa huomioon, jos leikkaussalissa toimenpiteen aikana joudutaan liikkumaan ja on mahdollista, että työntekijä on välillä selkä kuvaussuuntaan päin. Yleisimmin suojissa käytetty lyijyvastaavuus on 0,25mmPb/100kV lyijyessun etu- sekä takapuolella. Kilpirauhassuojissa taas lyijyvastaavuus on usein 0,5mmPb/100kV. (Miller, Vañó, Barta, Balter, Dixon, Padovani, Schueler, Cardella ja Baère 2010, 611; Räsänen ja Hirvonen 2011, 15–16.)

### 5.3.2 Henkilökohtaiset säteilysuojat

Asianmukainen päälle puettava säteilysuoja voi olla joko yksi- tai kaksiosainen: essu eli yhtenäinen suoja hartioista polviin saakka tai liivi ja hame, jolloin paino jakautuu tasaisemmin hartioille ja vyötärölle. Säteilysuojan tulee olla sopivan kokoinen ja istua hyvin käyttäjänsä päällä. Esimerkiksi ns. hiha-aukko ei saa olla liian suuri, koska tällöin rinnat eivät ole suojassa. Essun tai liivi-hameyhdistelmän lisäksi kauluri-mallisen kilpirauhassuojan käyttäminen on erityisen tärkeää. Suojan on yllettävä hyvin kaulan ympäri ja oltava riittävän pitkä. Nämä suojat voi pukea ennen toimenpidettä valmiiksi päälle steriilien leikkaustakkien alle. (Miller, Vañó, Bartal ym. 2010, 611–612; Räsänen ja Hirvonen 2011, 16.)

On myös hyvä käyttää suojalaseja, jotka on tarkoitettu silmien suojaamiseen. Niiden käyttö on perusteltua etenkin silloin, kun työskennellään lähellä primäärisäteilykeilaa. Suojalaseja on saatavilla eri mallisia ja eri ominaisuuksilla, esimerkiksi vahvuuksilla ja sivusuojauksella varustettuna, jotka suojaavat myös sivusuunnasta tulevalta säteilyltä. On myös olemassa suojalaseja ja -visiirejä, joita voi käyttää omien silmälasien päällä. (Kettunen, Ahonen, Räsänen ym. 2006, 14; Miller, Vañó, Bartal ym. 2010, 611–612; Räsänen ja Hirvonen 2011, 17.)

Lyijysuojattujen käsineiden (steriilit/epästeriilit) käyttö on myös suositeltavaa, mutta niiden käyttöä tulee harkita toimenpidekohtaisesti. Käsien saama säteilyannos voi olla merkittävä, etenkin jos tekijä työskentelee lähellä primäärisäteilykeilaa, esimerkiksi traumatologiassa, käsikirurgiassa tai reponoinnin aikana. Tärkeintä on muistaa, että käsiä ei saisi koskaan viedä suoraan säteilykeilaan. (Miller, Vañó, Bartal ym. 2010, 611–612; Räsänen ja Hirvonen 2011, 16.)

### 5.3.3 Potilaan suojaaminen

Potilaan suojauksessa C-kaarikuvantamisessa on otettava huomioon se, että säteilylähde on potilaan alapuolella. Käytännössä potilaan suojaaminen on haastavaa, koska säteilysuoja on laitettava potilaan vartalon alle ja se tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle säteilykeilan reunoja, mutta niin, ettei se tule läpivalaisukenttään. Potilasta voidaan myös suojata siroavalta säteilyltä asettamalla herkkien elinten (sukurauhaset, rinnat, kilpirauhanen) päälle säteilysuojat. Potilaalla lyijysuojainten käyttöä on harkittava toimenpidekohtaisesti: milloin niitä on järkevää käyttää toimenpiteen ja kuvantamisen kannalta, että niistä ei aiheudu enemmän haittaa kuin hyötyä. (Jantunen, Kortelainen, Lehtonen ym. 2006, 34; Räsänen ja Hirvonen 2011, 14–15.)

Lapsipotilaiden kohdalla säteilysuojelu on erityisen tärkeää, koska pienet lapset ovat säteilyherkempiä moninkertaisesti aikuisiin verrattuna. Lapsilla solujen jakaantuminen on vilkasta, heillä on punaista luuydintä luissa, elimet ovat verrattain lähempänä ihon pintaa sekä kudokset ovat herkempiä säteilyn aiheuttamille muutoksille. (Räsänen ja Hirvonen 2011, 15; STUK 2015b, 9.) Lapsilla tulisi käyttää oikean kokoisia suojia, eivätkä ne saa olla liian painavia. Esimerkiksi lapsen alle voidaan laittaa sädesuojapeitto, joka suojaaa röntgenputkesta tulevalta primäärisäteilyltä sekä toinen peitto lapsen päälle kilpirauhasen, sisäelinten ja rintojen suojaksi siroavalta säteilyltä suojaamaan. Tyttöjen

kuvauksissa on tärkeää aina suojata rintarauhaset, pojilla käyttää kivessuojainta sekä kilpirauhasen suojainta kaikilla. Lasten toimenpiteissä läpivalaisun käyttöä sovelletaan yksilöllisesti ja pyritään aina minimoimaan läpivalaisu aika säteilysuojausten lisäksi. (Jantunen, Kortelainen, Lehtonen ym. 2006, 34; Räsänen ja Hirvonen 2011, 15.)

#### 5.3.4 Säteilysuojien säilytys ja huolto

Koska säteilysuojien päällysmateriaali on pehmeää kumiseosta ja suojan sisällä säteilyltä suojaava materiaalikerros, on erityisen tärkeää säilyttää säteilysuojat oikein. Säteilysuojia tulisi käsitellä varoen ja säilyttää asianmukaisesti, jolloin ne säilyisivät mahdollisimman pitkään hyväkuntoisina. Es- sut, liivit ja hameet tulee säilyttää niille tarkoitettussa telineessä, joka on leveä ja tukeva, jotta painorasitus saumoissa vähenee. Säteilysuojia ei saa laskostaa tai jättää ryppyyn pöydälle, koska silloin suojamateriaali voi murtua ja näin menettää suojaustehonsa. (Jantunen, Kortelainen, Lehtonen ym. 2006, 26–27; Räsänen ja Hirvonen 2011, 17.)

Säteilysuojien kunnosta tulee huolehtia ja tarkastaa ne säännöllisesti, vähintään kerran vuodessa. Suojien eheys tarkastetaan silmämääräisesti katselemalla sekä palpoimalla suojaavan kerroksen paikoillaan pysyminen. Säteilysuojaimet puhdistetaan haalealla saippuapitoisella liuoksella. Jos suojien kunnossa huomataan puutteita, siitä tulee ilmoittaa niistä vastaavalle henkilölle. (Jantunen, Kortelainen, Lehtonen ym. 2006, 26–27; Räsänen ja Hirvonen 2011, 17.)

#### 5.4 Annostarkkailu

Annostarkkailulla tarkoitetaan henkilökohtaisen annoksen mittaamista ja määrittämistä, mikä on aiheutunut sisäisestä tai ulkoisesta säteilystä (STUK 2014b, 3). Henkilökohtaista annostarkkailua on järjestettävä kaikille säteilytyöluokkaan A kuuluville henkilöille. Säteilytyöluokkaan A kuuluvat henkilöt työskentelevät valvonta-alueella ja heidän vuotuinen efektiivinen annos voi ylittää 6 mSv. Säteilytyöluokkaan B kuuluvien annokset täytyy myös voida määrittää tarvittaessa, mutta heille samankaltaista annostarkkailua ei tarvitse järjestää. Säteilytyöluokittelu on Suomessa organisaatiokohtaista. (Heikkilä 2013, 15; STUK 2009a, 6–7, 9; Säteilyasetus 1991, §10, §11.) Matikan (2016-03-22) mukaan KYS:lla leikkausyksikössä läpivalaisun parissa työskentelevät henkilöt (lääkärit, sairaanhoitajat ja lääkintävahtimestarit) pääsääntöisesti kuuluvat säteilytyöluokkaan B, mutta heille on kuitenkin kaikille järjestetty henkilökohtainen annostarkkailu.

Henkilökohtaista annostarkkailua toteutetaan yleisimmin säteilyannosmittarin, eli dosimetrin, avulla. Suomessa annosmittauspalvelusta huolehtii Doseco Oy, joka vastaa säteilyannosten mittaamisesta ja määrittämisestä. Dosimetreinä käytetään termoloiste-dosimetriä, joka on ns. passiivinen säteilyannosmittari. Dosimetrikotelon sisällä on kortti, jossa on kolme termoloistekidettä, joihin säteily saa aikaan viritystiloja. Käyttöjakson päätyttyä mittarit lähetetään Doseco Oy:lle luettaviksi. (Doseco Oy 2015.) Annostarkkailun tulokset tallennetaan Säteilyturvakeskuksen pitämään annosrekisteriin (STUK 2014a, 3).



Henkilödosimetri kiinnitetään mahdollisimman kohtisuoraan ja oikein päin säteilylähteeseen nähden: työvaatteiden päälle esimerkiksi kaulan korkeudelle. Sädesuojaessua käytettäessä dosimetri on kiinnitettävä suojaimen ulkopuolelle. Ryhmäannosmittaria voidaan käyttää työolojen tarkkailuun, mutta sillä ei henkilökohtaisia annoksia voida määrittää. Henkilödosimetrin lisäksi on olemassa esim. sormiannosmittari, jolla voidaan tarvittaessa mitata käsien säteilyannos mm. kirurgeilta. Sormiannosmittari sijoitetaan keskisormen tyveen niin, että ilmaisin on säteilyn tulosuunnan puolella. (STUK 2014b, 5, 7.)

## 6 SÄTEILYN KÄYTÖN KIRJAAMINEN

Lainsäädäntö velvoittaa terveydenhuollon ammattilaisia merkitsemään potilasasiakirjoihin keskeiset ja tarpeelliset tiedot potilaan hoidosta. Kirjaamisessa on käytettävä yleisesti tunnettuja, selkeitä ja hyväksytyjä käsitteitä sekä lyhenteitä. Hoitajan oikeusturvan kannalta on hyvä muistaa, että jos jokin asiaa ei ole kirjattu ylös, sitä ei voi varmuudella todistaa tehdyksi. (Hovilainen-Kilpinen ja Oksanen 2012, 18–19.)

Kirjaaminen tapahtuu nykyään lähes aina sähköisessä muodossa. Kirjaamisella on useita merkityksiä ja yksi tärkeimmistä on hoidon jatkuvuus. Tällä tavoin on potilasta hoitavan henkilökunnan, eri hoitoyksiköiden ja erikoisalojen mahdollista tutustua potilaan oireiden ja sairauden hoidon kulkuun. Hyvin suoritettu hoidon kirjaaminen potilastietojärjestelmään helpottaa ja nopeuttaa potilaan hoitoa sekä sen suunnittelua. (Anttila, Kaila-Mattila, Kan, Puska ja Vihunen 2008, 47–48.)

Potilaalle suoritetusta toimenpiteestä ja leikkauksesta tulee tehdä riittävän yksityiskohtainen kirjallinen toimenpide- tai leikkauskertomus, johon kirjataan hoidon kulku, käytetyt menetelmät ja laitteet sekä lääketieteellisen säteilyn käyttöön liittyvät asiat. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus potilasasiakirjoista 2009, 12§.) Leikkaussalissa tapahtuneen läpivalaisun käytön jälkeen kirjataan potilaalle aiheutunut säteilyaltistus potilastietojärjestelmään, jota kyseinen yksikkö käyttää, esimerkiksi ORBIT-toiminnanohjausjärjestelmään. Läpivalaisulaitteen käyttäjä kirjaa tietojärjestelmään ESD:n laske- mista varten tarvittavat parametrit, jos läpivalaisulaitteessa ei ole DAP- mittauksia käytettävissä. Lisäksi on hyvä kirjata läpivalaisuaika ja otettujen kuvien lukumäärä. Potilaasta otetut läpivalaisukuvat tulee siirtää PACS-järjestelmään kuvien myöhempää hyödyntämistä varten. Kuvissa tulee näkyä tutkimuksen suorittanut yksikkö, tutkimuksen päivämäärä sekä potilaan henkilötunnus. (Järvinen 2005b, 47; STUK 2014c, 6–7.)

Leikkausyksikössä KYS:lla kirjataan Oberon-järjestelmään säteilyn käytöstä läpivalaisuaika ja DAP-arvo. Mikäli potilaan sädeherkkiä kudoksia on voitu suojata kontaktisuojuilla, kirjataan sekin ylös. Tarvittavat kuvat siirretään PACS-järjestelmään datakaapelin avulla, jota varten leikkaussalissa on olemassa siihen tarkoitukseen soveltuvat pistorasiat. Kirjaamisen ja kuvien siirron suorittaa läpivalaisulaitteen käyttäjä, joka yleensä on lääkintävahtimestari. (Lyytikäinen 2016-02-20.)

## 7 VERKKO-OPPIMATERIAALI

Verkko-oppimateriaali on internetin kautta käytettävissä oleva opetuksellinen kokonaisuus, jolla on omat sisällölliset vaatimuksensa, laatukriteerinsä ja oppimiselle asetetut tavoitteensa. Verkko-oppimateriaalin pedagogiset, sisällölliset ja välineelliset laatukriteerit on huomioitava oppimateriaalia tehdessä. Pedagogisia kriteereitä ovat mm. materiaalin selkeä ja jäsennelty rakenne sekä oppijan mahdollisuus edetä itsenäisesti omassa tahdissa. Sisällöllisiä kriteereitä ovat selkeys ja luotettavuus, sekä sopivuus kohderyhmälle. Välineellisiä kriteereitä ovat puolestaan graafinen selkeys ja saavutettavuus. (Karjalainen 2004, 2, 8–9.)

Vain lukijan kunnolla ymmärtämä ja hänen aikaisempaan tietämykseensä loogisesti yhdistyvä verkko-oppimateriaalin sisältö voi jäädä hänen mieleensä ja muuttua käyttökelpoiseksi tiedoksi eli oppimiseksi. Merkityksellisen kokonaisuuden muistamista voidaan tietoisesti tukea erilaisilla oppimateriaalin tekstin ja kuvien yhdistelmillä. Esitysgraafikkaan, multimediaan ja sähköisen materiaalin käyttöön liittyy käsite kognitiivinen ylikuormitus. Tämä tarkoittaa sitä, että lukijalle tarjotaan kerralla enemmän informaatiota kuin hän pystyy käsittelemään. Oppimateriaalin tekijä voi ehkäistä ylikuormitusta merkittävästi aineiston suunnitteluun liittyvillä ratkaisuilla. (Lammi 2009, 120–121.)

Digitaalisessa muodossa olevan oppimateriaalin etuina painettuun materiaaliin verrattuna voidaan pitää sen helppoa jakelua ja ylläpitämistä. Materiaalia pystytään päivittämään tai muokkaamaan tarpeen vaatiessa. Verkko-oppimateriaali on oppijan saatavilla aina silloin, kun tämä sitä tarvitsee. Se luo myös kustannus- ja aikasäästöjä tavalliseen materiaaliin verrattuna, koska sitä ei tarvitse tulostaa tai jakaa erikseen jokaiselle vastaanottajalle. (Keränen ja Penttinen 2007, 158.)

### 7.1 Diaesitys-muotoisen oppimateriaalin ulkoasussa huomioitavat seikat

Diaesitys-muotoisen oppimateriaalin on toimittava sellaisenaan ja lukijan ymmärrettävä yksittäisten diojen sisältö sekä asiakokonaisuus, ilman mahdollisuutta kysyä tarkentavia kysymyksiä oppimateriaalin tekijältä. Tämä edellyttää tiedon selkeää ja konkreettista esittämistä sekä diojen laatimista kohderyhmä huomioiden. (Lammi 2009, 126, 166.)

Jotta diaesitys-muotoista oppimateriaalia olisi helpompi lukea, on tekstin erotuttava taustasta. Fontin on oltava selkeälukuista ja sen pistekoon oltava tarpeeksi suuri, yleensä vähintään 18. Fonttityypin lisäksi on kiinnitettävä huomiota dian taustan ja muiden elementtien väriyteen, taustan ominaisuuksiin sekä dian tekstin ja muiden objektien määrään. (Lammi 2009, 93.)

Diaesityksissä sorrutaan helposti pelkästään luetteloimaan asioita. Liiallisten luetteloiden käyttämistä pitäisi kuitenkin välttää, sillä lukijalle pelkät luettelot ovat pitkästyttäviä ja rasittavia. Luetteloissa asian tietosisältö yleensä myös harhaanjohtavasti yksinkertaistuu. Luettelot sopivat käytettäväksi yleensä vain laajemmasta kokonaisuudesta tehtyihin tiivistelmiin sekä kokonaisuuden osien esittämiseen tai kuvaamaan lineaarisesti etenevää ilmiötä. (Lammi 2009, 99–100.)

## 7.2 Kuvien käyttö diaesitys-muotoisessa oppimateriaalissa

Diaesityksen aihetta ja käyttötilannetta tukevien kuvien avulla voidaan parhaimmillaan tehostaa tekstin viestiä. Huolella valitun kuvan avulla lukija saa suoran havaintoyhteyden itse asiaan ja se helpottaa luetun asian ymmärtämistä. Kuva jää yleensä tekstiä paremmin lukijan mieleen ja se voi toimia muistivihjeenä, jonka avulla asian ydinsisältö on helpompi palauttaa mieleen. Kuvamateriaalin avulla tavoitetaan myös paremmin lukijan tunnetaso, kuin pelkän tekstin avulla. (Lammi 2009, 148, 154.)

Diaesityksen kuvia valitessa on otettava huomioon työ kokonaisuutena. Jokaisen yksittäisen dian kuvien tulee sopia tyyllisesti ja värityksellisesti yhteen. Kuvat eivät saa myöskään riidellä diaesityksen muun värimaailman kanssa. (Lammi 2009, 154.)

## 8 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä säteilysuojelu-oppimateriaali leikkausyksikön henkilökunnalle. Opinnäytetyön konkreettisena tuotoksena valmistui käytännönläheinen ja selkeä sähköisessä muodossa oleva materiaali. Verkko-oppimateriaali tulee olemaan osa leikkausyksikön henkilökunnan säteilysuojelu-koulutusta.

Opinnäytetyön tavoitteena on syventää leikkausyksikön henkilökunnan ymmärrystä ionisoivan säteilyn käyttäytymisestä ja näin ohjata heitä säteilyturvallisempiin toimintatapoihin käytännön työssä. Tavoitteena on saada aikaan muutoksia työskentelytavoissa: kun ymmärtää enemmän säteilyn käyttäytymisestä, ymmärtää miksi ja miten siltä pitää suojautua. Tällöin säteilyturvallisista työskentelytapoista on helpompi soveltaa erilaisissa tilanteissa myös tulevaisuudessa.

## 9 OPINNÄYTETYÖN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Tämä opinnäytetyön toteutettiin kehittämistyönä. Kehittämistyössä kyseenalaistetaan vanhoja toimintatapoja ja sen avulla pyritään siirtymään vanhasta tutusta toimintatavasta kohti uutta, parempaa käytäntöä (Niemi 2015). Tavoitteena kehittämistyöllä on käytännön työn ohjeistus ja opastus, sekä toiminnan järjestäminen ja järjeistämisen. Kehittämistyöt ovat toiminnallisia töitä, joissa tuotoksena voi olla esimerkiksi tapahtuman järjestäminen, jokin ohje, ohjeistus tai opastus. Tuotos voi olla esimerkiksi video, opas, verkkosivut tai näyttely. Kehittämistyöhön kuuluu kaksi osaa: produkti eli toiminnallinen osuus ja opinnäytetyöraportti, eli prosessin dokumentointi. (Airaksinen 2009.)

### 9.1 Suunnittelu

Toiminnallinen opinnäytetyö eli kehittämistyö lähtee liikkeelle aiheen ideoinnista. Aihetta valittaessa on hyvä pohtia, mikä itseä kiinnostaa alan opinnoissa ja mikä aihe motivoi työn tekemiseen. Tärkeää on, että aihe on ajankohtainen ja sitä kautta kiinnostaa myös mahdollista työn toimeksiantajaa. (Vilka ja Airaksinen 2003, 23.) Opinnäytetyömme idea syntyi, kun yhdellä meistä on henkilökohtaista kokemusta leikkaussalissa työskentelystä lääkintävahtimestarina. Hänen oma näkemyksensä ja havaintonsa työyhteisön osaamisesta turvallisen säteilynkäytön suhteen innoitti meitä, ja näin ehdotimme opinnäytetyön aiheeksemme ”Säteilyn käyttö leikkaussalissa”. Halusimme, että leikkausyksikön työntekijät kiinnittäisivät entistä enemmän huomiota säteilysuojeluun läpivalaisulaitetta käyttäessään.

Opinnäytetyön hyvä suunnittelu on tärkeää, idean sekä tavoitteiden tulee olla harkittuja ja perusteltuja, koska ne ohjaavat työn tekemistä. Suunnittelu tulee aloittaa lähtötilanteen kartoituksella: mikä on idean kohderyhmä ja onko idea tarpeellinen kohderyhmälle. (Vilka ja Airaksinen 2003, 26–27.) Opinnäytetyömme suunnittelu alkoi tammikuussa 2015, jolloin ideaa tarjottiin KYS:lle, josta löytyi tarvetta idean kaltaiselle oppimateriaalille. Oppimateriaalin sisällöstä ja toteutustavasta käytiin keväällä 2015 vapaamuotoinen alkukartoitus leikkausyksikön henkilökunnan edustajien, leikkaussalin osastonhoitajan ja sairaalafyysikko Hanna Matikan kanssa.

Toiminnalliseen opinnäytetyöhön tarvitaan teoreettinen viitekehys eli teoriaosuus pohjaksi työlle, koska pelkästään työn tuotos ei riitä opinnäytetyöksi. Suunnitelmavaiheessa on hyvä tehdä alustava hahmotelma opinnäytetyöraportin rakenteesta (esimerkiksi sisällysluettelo), jonka perusteella voi arvioida muun muassa työn johdonmukaisuutta. (Vilka ja Airaksinen 2003, 30, 32, 41.) Opinnäytetyömme teoreettista viitekehystä ja tiedonkeruuta rajasivat tilaajan toiveet sekä opinnäytetyön tekijöiden oma näkemys oppimateriaalin sisällöstä. Tilaajan toiveita olivat säteilysuojelu erityisesti työntekijän näkökulmasta, säteilyn käytön kirjaaminen, läpivalaisulaitteen laitetekniikka ja käyttö. Näiden teemojen perusteella hahmotelimme työllemme rungon, joka muokkautui ja tarkentui työn edetessä.

Teoriatiedon hankinnassa käytettiin kirjallisuuskatsausmenetelmänä narratiivista yleiskatsausta. Sen avulla pystytään antamaan laaja kuva käsiteltävästä aiheesta helppolukuisena lopputuotoksena, johon opinnäytetyössämme pyrimmekin. Narratiivisen yleiskatsauksen avulla hankittua tietoa ei käydä läpi erityisen systemaattisella seulalla, sillä lopputuotoksen ei ole tarkoitus olla syvällisen analyttinen. Sen avulla pystytään ajantasaistamaan tutkimustietoa, ja tiivistämään aiemmin tehtyjä tutkimuksia. Narratiivista yleiskatsausta käytetään paljon opetuksessa, sillä sen avulla on mahdollista tuottaa ajankohtaista tietoa tarjoavaa oppimateriaalia. (Salminen 2011, 7.)

## 9.2 Työn tietoperustan hankinta

Opinnäytetyön tuotoksen, esimerkiksi ohjeen tai oppaan, kohdalla tietoperustaa hankittaessa täytyy olla kriittinen lähteiden hankinnassa. Raportissa on kuvattava, mistä tiedot tuotosta varten on hankittu sekä miten tietojen oikeellisuus sekä luotettavuus on varmistettu. Toiminnallisen opinnäytetyön kohdalla on olennaista, että lähteet, joista tietoa on hankittu, palvelevat juuri kyseisen työn tekemistä. (Vilka ja Airaksinen 2003, 53, 77.)

Opinnäytetyömme tietoperusta pohjautuu suomalaiseen ja kansainväliseen ammattikirjallisuuteen sekä lainsäädäntöön. Aloitimme tietoperustan kokoamisen huhtikuussa 2015. Tietoperusta hankittiin koulun kirjaston oppikirjoista sekä lehdistä, tutkimusartikkeleista, tietokirjallisuudesta sekä internetissä julkaistuista luotettavista lähteistä. Opinnäytetyöhön hyväksyttiin sellaista tietoa, joka löytyi useammasta lähteestä, sillä tiedon toistuessa lähteestä toiseen myös sen uskottavuus lisääntyy. Löydettyjen lähteiden lähdetiedot tarkastettiin huolella: ovatko samaa tietoa toistavat lähteet saaneet tiedon toisiltaan, vai onko tiedolla oikeasti monta lähdettä. Käytimme sellaisia internet-lähteitä, joista kävi selville tekstin tekijä tai muu luotettava taho tekstin takana ja hänen suhteensa tekstin tekemiseen tai tekstin tarkoitus. (Lehtonen 2015.) Työssä käytettiin muun muassa aiempia tutkimuksia liittyen säteilyturvallisuuteen ja säteilyn käyttöön leikkaussaliympäristössä, kuten Piia Heikkilän Pro gradu -tutkielmaa: "Säteilyn käyttötavat leikkaussaleissa". Myös fyysikoilta saatuja tietoja sekä leikkausyksikön käytäntöjä ja ohjeita pidettiin hyvinä lähteinä, koska heillä on ajantasaisin tietämyksenä ja kuinka juuri kyseisessä yksikössä toimitaan.

Tiedon hankinnassa käytimme apuna Savonia-ammattikorkeakoulun omaa tietokantaa Aapelia sekä Nelli-tietokantaa. Nelli-tietokannasta pääsimme eri tietokantoihin, kuten Medic- (viitteitä suomalaisista lääke- ja hoitotieteellisistä artikkeleista, kirjoista, väitöskirjoista, opinnäytetöistä ja tutkimuslaitosten raporteista) ja PubMed (international reference database of medicine and allied health care sciences) -tietokantaan. Hakusanoina tiedonhankinnassa käytettiin sanoja: säteily, läpivalaisu, säteily suojeleminen, leikkaussalit, oppimateriaali, liikuteltava c-kaari, sekä niiden englanninkielisiä vastineita: radiation, fluoroscopy, radiation protection, operating room, teaching material, mobile c-arm etsittäessä kansainvälisiä lähteitä.

Alussa aineiston löytäminen tuotti hankaluuksia ja tuntui, ettei aineistoa ole juurikaan tarjolla. Aapelistä aloitettujen hakujen tulos vaihteli nollan ja muutaman viitteen välillä, säteily (53 viitettä) ja säteily suojeleminen (17 viitettä) löydöstä lukuun ottamatta. Suurin osa aineistoista eivät olleet hyödyllisiä

tämän opinnäytetyön näkökulmasta, Jantusen, Kortelaisen, Lehkosen ja Woodin työryhmän tekemää: "Henkilökunnan ja potilaan säteilynsuojelu lääketieteellisessä säteilyn käytössä" -kirjaa lukuun ottamatta. Myöhemmin Aapelista haettiin tietoa verkko-oppimateriaalin tekemiseen. Hakusana Powerpoint tuotti 28 viitettä, joista Outi Lammen "Vaikuta visuaalisesti! Laadi selkeä esitys" -kirjaa hyödynnettiin teoriatietona hyvän diaesitysmuotoisen verkko-oppimateriaalin tekemistä varten.

Aineiston hakuja jatkettiin Medic-tietokannan avulla. Kyseistä tietokantaa hyödynnettiin etsimällä sen avulla Radiografia -lehdistä tietoa opinnäytetyöhön. Rajaamalla haku Radiografia-lehteen ja käyttämällä hakusanaa "säteilynsuojelu", löytyi 15 osumaa, joista tietolähteeksi valittiin Kettusen, Ahosen, Räsäsen ja Servomaan artikkeli: "Sädesuoja leikkaussalioyöskentelyyn. Säteilyturvallisuus leikkaussalissa ja poliklinikoilla kirurgista läpivalaisulaitetta käytettäessä" (Radiografia 1/06). Valitsimme tämän artikkelin tietolähteeksi, koska se liittyy hyvin läheisesti opinnäytetyön aiheeseen. Kyseisessä lehdessä ilmestyneitä artikkeleita seurattiin aktiivisesti koko opinnäytetyöprosessin ajan. Tammikuun 2016 lehdessä olikin Lindbergin, Virtasen ja Petäjäjärven artikkeli: "Ulkoisten sädesuojien käyttö osana säteilynsuojelua", jota myös käytettiin tämän opinnäytetyön lähteenä.

Kansainvälisiä lähteitä etsittiin PubMed-tietokannan kautta. Tietokanta on laaja, ja hakutulokset eri hakusanoilla ja hakusanojen yhdistelmillä vaihtelivat sadoista tuhansiin. Saatavuutta oli runsaasti, jonka vuoksi aineiston läpikäyminen tuntui liian työläältä. Tietokannasta löydettiin esimerkiksi Lipsitz ym. kirjoittama artikkeli: "Does the endovascular repair of aortoiliac aneurysms pose a radiation safety hazard to vascular surgeons?", josta hyödynnettiin tässä opinnäytetyössä. Saimme kansainvälisiä lähteitä yhteistyöhenkilöltämme ja muilta fyysikoilta, joita opinnäytetyötekijät kohtasivat opinnäytetyöprosessin aikana tehdyissä käytännön harjoitteluissa. Myös opinnäytetyön ohjaaja vinkkasi muutamasta lähteestä. Hyväksi koetut lähteet kerättiin yhteiseen tiedostokansioon nettiin, josta jokainen opinnäytetyöntekijä pystyi lähteitä hyödyntämään. Saatujen lähteiden lähdeluetteloja tutkimalla löydettiin myös muita hyödyllisiä linkkejä. Yhteensä 31 näin kerätystä lähteestä, varsinaiseen opinnäytetyöhön hyväksyttiin 13 lähdetä.

Suurimmalta osin loput lähteistä haettiin Säteilyturvakeskuksen (STUK) sivujen kautta. Sosiaali - ja terveysministeriön alainen STUK on riippumaton turvallisuusviranomaisen, jonka toiminnan perustana ovat säteily- ja ydinturvallisuutta koskeva lainsäädäntö, turvallisuusohjeet ja määräykset (STUK 2016b). STUK:n tehtävänä on taata säteilyturvallisuus Suomessa, joten sen julkaisemia valvontaraportteja ja muita julkaisuja pidettiin luotettavina lähteinä.

### 9.3 Toteutus

Kävimme löydetyt tietolähteet ja materiaalit läpi vertailemalla eri lähteistä hankittua tietoa, jonka jälkeen keräsimme niistä olennaista tietoa opinnäytetyön teemoihin pohjautuen. Kokosimme työsuunnitelmaan oleelliset asiat kerätyn aineiston pohjalta. Työsuunnitelma hyväksyttiin ja esitettiin opinnäytetyöpajassa hieman suunniteltua aikataulua myöhemmin, tammikuussa 2016. Työsuunnitelman hyväksymisen jälkeen jätimme opinnäytetyölupahakemukset 20.1.2016 KYS:n kuvantamiskes-



kukseen ja leikkausyksiköön, joista ne saatiin hyväksytyinä ja allekirjoitettuina takaisin viikkoa myöhemmin. 26.2.2016 allekirjoitimme kirjallisen tekijänoikeussopimuksen KYS:n koulutusyksikössä kuntayhtymän edustajan kanssa. Tekijänoikeussopimuksessa sovittiin, että kuntayhtymä saa oppimateriaalin käyttöoikeudet, mutta omistusoikeudet jäivät tekijöille. Samalla teimme suullisen sopimuksen koulutusasiantuntijan kanssa oppimateriaalin luovutuksen aikataulusta ja siitä, kuinka hän siirtää tehdyn oppimateriaalin KYS:n Moodle-oppimisympäristöön, säteilysuojelun verkkokurssin (SÄVe) alle. Koska oppimateriaaliin pääsy tullaan Moodlea rajoittamaan erillisen salasanan taakse ja materiaali sisältää leikkausyksikössä otettuja kuvia, on kirjallisissa sopimuksissa sovittu, että oppimateriaalia ei voi julkaista tämän opinnäytetyöraportin liitteenä.

Opinnäytetyön ja verkko-oppimateriaalin teko ajoittui tammi-maaliskuulle 2016. Ensin keskityimme pääosin raportin tekemiseen, johon kirjoitimme oppimateriaalin sisältöä tukevaa teoretietoa, työsuunnitelman teon aikana kerätyistä ja läpikäytyistä lähteistä. Lähdemateriaalia kartutettiin tarpeen mukaan myös raportin kirjoitusvaiheessa. Opinnäytetyöraportti kirjoitettiin pääosin pilvipalvelu Google docsissa. Tähän ratkaisuun päädyttiin, koska sen avulla eri puolella Suomea olleet opinnäytetyön tekijät pystyivät kirjoittamaan työtä tarvittaessa yhtä aikaa ja työn sisällöstä pystyttiin keskustelemaan reaaliaikaisesti.

Tuotoksessa lähtökohtana on sen kohderyhmä, jota varten työtä tehdään ja se määrittää tuotoksen toteutusta (Vilka ja Airaksinen 2003, 40–41). Teoriatiedon ollessa koottuna, aloimme sen pohjalta koostamaan varsinaista oppimateriaalia. Pyrimme muuttamaan teoriatiedon oppimateriaaliin käytännönläheiseksi, jotta teoriaa olisi helppo soveltaa käytännön tekoihin ja oppijan kiinnostus pysyisi yllä koko oppimateriaalin opiskelun ajan. Kiinnostuksen ylläpitämiseksi ja visuaalista oppimista tukemaan oppimateriaaliin otettiin teoretietoa tukevia kuvia viikolla 10, jolloin leikkausyksikössä toiminta oli hiljaisempaa. Opinnäytetyön lupahakemuksessa oli aikaisemmin sovittu, että kuvissa esiintyy vain opinnäytetyön tekijöitä. Erillisiä kuvauslupia opinnäytetyötä varten ei siis tarvittu.

Oppimateriaalia tehtiin aluksi Google slides-toiminnossa, joka tarjosi tekijöille samat edut kuin Google docsin käyttö. Valmis oppimateriaali muutettiin Microsoft Powerpoint-muotoon. Diaesitysmuotoisena toteutettuun oppimateriaaliin päädyttiin, koska se olisi helppo siirtää muiden säteilysuojelukurssien kanssa yhtenevään muotoon Moodle-oppimisympäristöön. Aikaisemmat säteilysuojelukurssit ovat toteutettu Moodle-oppimisympäristön tarjoamassa kirja-muodossa. Käytännössä tämä tarkoittaa diojen esittämistä niin, että jokaisesta käsiteltävästä aiheesta on tehty oma kirjansa, jonka alle voidaan luoda tarpeen mukaan ala-lukuja. Diaesitystä koottaessa huomioitiin sen tuleva muoto kirjana. Sähköpostiviestien välityksellä ja tapaamisilla toteutetulla yhteistyöllä yhteistyökumppanimme kanssa keväällä 2016 puolestaan varmistettiin, että oppimateriaali ja opinnäytetyö vastaisivat tilaajan toiveita. Opinnäytetyön ja oppimateriaalin ollessa lähes valmiita maaliskuussa 2016, kävimme ABC-pajassa, josta saimme vielä vinkkejä esimerkiksi hankalaksi koettujen lähteiden merkitsemiseen. Teimme viimeiset korjaukset raporttiin sekä oppimateriaaliin maaliskuun lopussa, jonka jälkeen ne lähetettiin arvioitaviksi.

## 10 POHDINTA

Omaa opinnäytetyötä tulee kokonaisuutena arvioida kriittisesti, koska arviointi ja pohdinta ovat osa oppimisprosessia. Usein toiminnallisiin opinnäytetöihin tulee muutoksia, esimerkiksi tuotoksen lopulliseen muotoon. On hyvä pohtia, miksi näin kävi ja jäikö jotain tavoitteita sen vuoksi saavuttamatta. (Vilkkä ja Airaksinen 2003, 154–155.) Aluksi ajatuksena oli, että tekisimme säteilysuojeluun ja c-kaaren käyttöön liittyvää materiaalia henkilökunnalle, kuten opasvihkosen tai laminoidun ohjeen, joka konkreettisesti tulisi esille leikkausyksikköön. Suunnittelimme ja ideoimme materiaalia yhteistyössä tilaajan sekä ohjaavan opettajan kanssa ja eri vaiheiden myötä päädyimme tekemään verkko-oppimateriaalin, joka tulisi osaksi leikkausyksikön henkilökunnan säteilysuojelun täydennyskoulutusta. Päätimme yhdessä tilaajan kanssa, että oppimateriaali laitetaan KYS:n Moodle-oppimisympäristöön SÄVe:n yhteyteen, jossa on muutkin säteilysuojelu-materiaalit.

Opinnäytetyömme tarkoituksena oli siis koostaa säteilysuojelu-oppimateriaali leikkausyksikön henkilökunnalle. Mielestämme työn tarkoitus täyttyi hyvin: saimme tehtyä tilaajan toiveiden mukaisen, havainnollistavan ja kompaktin oppimateriaalin, jossa tuli käsiteltyä aihe-alueet suunnitelman mukaisesti. Haastavaksi koimme oppimateriaalin teossa joidenkin asioiden kertomisen niin, että oppimateriaali täydentäisi lukijan pohjatietoutta asiasta sekä pysyisi käytännönläheisenä. Esimerkiksi säteilyn biologisista vaikutuksista kertominen tuntui jopa mahdottomalta ilman syventymistä teoreettisen fysiikan tai kemian puolelle. Paikoitellen oppimateriaalia kirjoittaessa eksyimme liian kauas käytännöstä, mutta yhteistyökumppanimme kanssa asiaa pohtimalla pääsimme takaisin käytännönläheisempään suuntaan. Työn tuotoksen valmistuttua olemme tyytyväisiä päätökseemme oppimateriaalin toteutustavasta. Verkko-oppimateriaalina työmme pysyy hyödynnettävissä parhaiten, sillä sitä on helppo muokata tulevaisuudessa, eikä se opasvihkosen tavoin voi hukkua käyttämättömänä pöytälaatikkoon.

Tavoitteena oli syventää leikkausyksikön henkilökunnan ymmärrystä ionisoivan säteilyn käyttäytymisestä ja näin ohjata heitä säteilyturvallisempiin toimintatapoihin käytännön työssä. Uskomme, että pääsemme tavoitteisiin, koska oppimateriaali lisätään KYS:n sisäiseen Moodle-oppimisympäristöön ja leikkaussalin henkilökunta pääsee pian opiskelemaan materiaaliamme. Olemme nähneet nykyisen SÄVe-koulutusmateriaalin ja sen perusteella tiedämme, että meidän materiaalimme avulla leikkausyksikön henkilökunta saa syvennettyä ja sovellettua tietoa säteilysuojeluun liittyen käytännössä. Tehdyssä oppimateriaalissa on mietitty kohderyhmää, heidän työtä ja työympäristöä sekä siellä tapahtuvia säteilyn käyttötilanteita, joissa he voivat oppimaansa hyödyntää.

Tavoitteiden saavuttamisen arviointiin oman arvioinnin lisäksi olisi hyvä kerätä palautetta kohderyhmältä, että arvio ei jää subjektiiviseksi (Vilkkä ja Airaksinen 2003, 157). Saimme palautetta ohjaavalta opettajalta sekä yhteistyökumppaniltamme oppimateriaalin sisällöstä, muun muassa hyvästä kuvamateriaalin tekemisestä ja käytöstä teoretiedon havainnollistamisessa. Pohdimme jälkepäin, että materiaalin luetuttaminen leikkausyksikön työntekijöillä olisi saattanut auttaa materiaalin teke-

misessä, kun olisimme saaneet heiltä palautetta. Silloin olisimme voineet tehdä oppimateriaaliin lisäyksiä, joilla oppimateriaalin sisältöjä olisi kohdistettu entistä enemmän leikkausyksikköön toimintaympäristö huomioiden.

Keväällä 2015 käydyssä alkukartoituksessa olimme sopineet erään lääkintävahtimestarin kanssa, että hän olisi yhteyshenkilömme ja avustajamme siinä vaiheessa, kun menemme leikkausyksikköön kuvaamaan. Yhteyshenkilö kuitenkin vaihtui, kun sovimme helmikuussa 2016 viikolle 10 ajoittuvaa käyntiä leikkausyksikköön. Mielestämme tämä vaihdos ei kuitenkaan oppimateriaalin lopputulokseen vaikuttanut, sillä yhteistyömme sujui erittäin hyvin.

Tuotoksen ammatillista merkittävyyttä voi pohtia myös siitä näkökulmasta, että kuinka innovatiivinen, kiinnostava ja ammatillisesti kehittävä lopputulos on (Vilka ja Airaksinen 2003, 157). Halusimme käyttää oppimateriaalissa teoretiedon tukena valokuvia, jotka on kuvattu leikkausyksikössä, koska silloin asiat konkretisoituisivat lukijalle paremmin. Päätimme jo alussa, että ottaisimme valokuvat lavastetuista tilanteista, koska kuvaaminen leikkauksen aikana olisi ollut käytännössä mahdotonta, eikä ylimääräisten henkilöiden läsnäolo leikkauksen aikana ole muutenkaan suotavaa. Lavastetuissa tilanteissa pystyimme rauhassa miettimään kuvan sommittelua ja kaikki ylimääräinen pystyttiin karsimaan kuvista pois. Oppimateriaaliin päätyi kuitenkin lopulta myös muutama kuva aidoista tilanteista, esimerkiksi säteilysuojien vääristä säilytyksestä. Toisaalta kuvien ottaminen oikeista tilanteista olisi voinut olla hyödyllistä, esimerkiksi sen vuoksi, että henkilökunta tunnistaisi niistä itsensä, mikä olisi voinut edesauttaa paremmin toimintatapojen muuttamista. Myös meidän kannaltamme oikeissa tilanteissa kuvaamisesta olisi voinut olla hyötyä, koska olisimme mahdollisesti saaneet havainnoimalla lisätietoa säteilysuojelun toteutumista ja pääsemällä vuorovaikutukseen henkilökunnan kanssa läpivalaisu-tilanteissa. Tilanteissa olisimme voineet kiinnittää huomioita siihen, mitkä säteilysuojeluun liittyvät asiat henkilökunnalta jää vähemmälle huomiolle ja käyttää tätä tietoa hyödyksi oppimateriaalin tekemisessä.

Laskimme opinnäytetyötä varten vuonna 2015 leikkausyksikössä eri toimenpiteistä potilaille aiheutuneita keskimääräisiä säteilyannoksia. Tähän liittyen opinnäytetyön jatkotutkimusaiheena tuli tilaajan taholta ajatus opinnäytetyöstä, jossa tutkittaisiin leikkaussalissa tehtyjen toimenpiteiden säteilyannoksia laajemmin. Pohdimme myös sitä, kuinka oppimateriaalia päivitetään jatkossa ja kenen vastuulla sen päivittäminen on. Päivittäminen tulee olemaan tarpeen, koska esimerkiksi O-kaaren käyttö lisääntynee tulevaisuudessa ja tekniikka kehittyä koko ajan. Yksi hyvä opinnäytetyön jatkotutkimusaihe voisikin tulevaisuudessa olla leikkaussalin henkilökunnan sen hetkisten tarpeiden tai heille kohdistetun kyselyn perusteella tehty oppimateriaalin laajentaminen tai päivittäminen.

## 10.1 Eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyön eettisyys muodostuu hyvien tieteellisten käytäntöjen noudattamisesta. Näitä ovat muun muassa rehellisyys, huolellisuus, tarkkuus, avoimuus, vastuullisuus ja muiden tekemän työn kunnioittaminen viittaamalla niihin asiaan kuuluvalla tavalla. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2015.) Noudatimme opinnäytetyössä edellä mainittuja hyviä tieteellisiä käytäntöjä, niin tiedonhaun,

palavereiden kuin myös oppimateriaalin työstämisen aikana. Opinnäytetyötä varten haimme opinnäytetyöluvat KYS:n kuvantamiskeskukseen sekä leikkausyksikköön, koska teimme yhteistyötä molempien yksiköiden kanssa. Valokuvauslupaa ei tarvinnut erikseen hakea, koska kuvissa esiintyvät henkilöt ovat opinnäytetyön tekijöitä. Kuitenkin tieto valokuvaamisesta liitettiin opinnäytetyölupaan. Tekijänoikeussopimus puolestaan antaa KYS:lle luvan käyttää meidän tuottamaamme materiaalia. Tekijänoikeussopimus on solmittava aina, kun halutaan hyödyntää jonkun toisen tekemää materiaalia. Sen nojalla KYS ei myöskään ole vastuussa siitä, jos oppimateriaalissa on käytetty kolmannen osapuolen materiaalia ilman tekijänoikeuslupaa. Käytimme oppimateriaalissa myös internetistä otettuja kuvia, mutta tarkastimme, että niitä saa tällaiseen tarkoitukseen käyttää.

Opinnäytetyöissä on usein vaarana plagiointi, jonka vältimme merkitsemällä huolellisesti käytetty lähdemateriaali ohjeiden mukaisesti. Opinnäytetyössämme ei ollut tarkoituksena löytää, eikä keksiä uutta, vaan kehittää ja koostaa tarpeiden sekä lähdemateriaalien avulla työn sisältö. Käytimme lähteitä monipuolisesti ja koostimme tietoa monen eri lähteen avulla, emmekä vain luottaneet yhden lähteen antamaan informaatioon.

Opinnäytetyömme tuotoksen, sähköisen oppimateriaalin, on tarkoitus vaikuttaa säteilyä käyttävän henkilökunnan toimintatapoihin ja heidän käytäntöihin ohjata toisia työntekijöitä. Väärä tai väärin ymmärretty tieto voi vaarantaa potilaiden ja hoitohenkilökunnan turvallisuuden. Tästä johtuen olimme lähteiden valinnassa erityisen huolellisia ja tarvittaessa konsultoimme yhteistyökumppanimme, keneltä varmistettiin toimiiko asiat myös käytännössä niin, kuin teoriassa oli esitetty. Keskustelimme oppimateriaalin kuvien oton yhteydessä myös leikkausyksikön lääkintävahtimestareiden kanssa käytännön toimintatavoista, esimerkiksi säteilysuojien käytöstä leikkauksen aikana sekä leikkauksalin asettamista rajoitteista. Koimme nämä tiedot arvokkaiksi oppimateriaalin työstön aikana, koska saimme jälleen kohdennettua materiaalia enemmän juuri kyseiseen työyksikköön sopivaksi.

## 10.2 Ammatillinen kasvu

Opinnäytetyöllä osoitetaan kykyä teoreettisen tiedon ja käytännöllisen ammatillisen taidon yhdistämiseen niin, että tiedosta on jotain hyötyä alan ammattilaisille. Myös ajanhallinnan, kokonaisuuksien hallinnan, yhteistyön, työelämän innovatiivisen kehittämisen sekä oman osaamisen ilmaisemisen taidot opinnäytetyötä tehdessä kehittyvät. Tämä kuuluu ammatilliseen kasvuun. (Vilka ja Airaksinen 2003, 159–160.) Saavutimme mielestämme hyvin yleiset opinnäytetyön tekemiseen liittyvät tavoitteet. Pääsimme harjoittamaan taustatietojen kartoitusta sekä hankkimaan ja kokoamaan tietoa niin, että saimme ilmaistua ymmärrettävästi olennaiset asiat kirjallisesti raporttiin sekä tuotokseen. Myös viestintä- ja vuorovaikutustaitomme karttuivat, kun teimme yhteistyötä kahden eri yksikön, opettajan ja muiden alan asiantuntijoiden kanssa.

Koimme, että opinnäytetyön tekemisen myötä ohjaamisosaamisemme kasvoi, kun saimme koke-musta toisen ammattiryhmän ohjaamisesta kirjallisesti liittyen röntgenhoitajien erityisosaamisalueeseen, säteilyn käyttöön ja säteilysuojeluun. Meidän oli muistettava ja huomioitava koko oppimateri-

aalin työstämisen aikana se, ettei oppimateriaalia lukeva työntekijä ole säteilyn käytön ammattilainen. Esimerkiksi oppimateriaalissa esiintyvät röntgenhoitajan ammattitermit täytyi avata ja asioita täytyi yksinkertaistaa ymmärrettävään muotoon.

Opinnäytetyön tekeminen kehitti meidän ammattitaitoamme tulevina röntgenhoitajina, sillä sen myötä opimme paljon röntgenosaston ulkopuolella tapahtuvasta säteilyn käytöstä. Huomasimme, että olemme kolmen vuoden opiskelujen aikana oppineet paljon säteilyyn liittyen ja että osaamme antaa tätä tietoa myös eteenpäin. Säteilysuojelu on meille röntgenhoitajille tärkeää, koska tiedämme perusteellisesti mihin säteily ja sen vaikutukset perustuvat. Olemme tottuneet, että meidän omassa työympäristössä, röntgenissä, säteilysuojelliset asiat ovat kaikille työntekijöille itsestään selvyyksiä ja niistä on huolehdittu. Olimme jopa hieman hämmentyneitä, miten joitain asioita ei leikkausyksikössä huomioida niin hyvin. Tajusimme tästä sen, kuinka tärkeää on ymmärtää ja sisäistää asiat teoriassa, ennen kuin niitä osaa soveltaa käytäntöön.

Opinnäytetyötä tehdessämme oivalsimme, että toimenpiteen aikainen läpivalaisu ja siinä säteilysuojelun toteuttaminen on haastavaa. Tämä johtuu suurimmaksi osaksi siitä, että potilaat ovat toimenpiteiden aikana mitä erilaisimmissa asennoissa ja leikkaussalit ovat usein ahtaita, koska niissä on paljon lisävarusteita, joita leikkauksen aikana tarvitaan. Ymmärsimme myös, että läpivalaisussa myöskin potilaan säteilysuojelun toteuttamista vaikeuttaa se, että leikkauspöydissä on paljon metallia, joka tuo kuviin artefaktaa huonontaan kuvanlaatua. Työn tekemisen myötä käsityksemme muuttui sekä opimme paljon uutta läpivalaisun käytöstä, kun paneuduimme siihen liittyviin asioihin syvällisesti. Esimerkiksi emme juurikaan tienneet O-kaaren käytöstä ja ylipäätään siitä, miten ja missä yhteydessä säteilyä leikkausyksikössä käytetään. Yksi meistä toki on aiemmin työskennellyt lääkintävahtimestarina leikkaussalissa, mutta hänkin katsoi uusin silmin leikkausyksikön toimintaa röntgenhoitaja-koulutuksen myötä.

Heikkouksina koimme vaikeudet tiedonhaun ja rajaamisen yhteydessä: teoreettisen viitekehyksen ja sen myötä aineiston ja työn sisällön rajaaminen oli haastavaa. Pohdimme sitä, mikä on tärkeää ja tarpeellista tietoa, sillä kaikista aiheista olisi voinut kirjoittaa paljon enemmän tai esimerkiksi yhdestä aihe-alueesta olisi voinut tehdä laajemman, vaikka kokonaisen opinnäytetyön. Näissä asioissa meillä tuli hieman erimielisyyksiä, mutta saimme ne keskusteluihin ja asioiden järkeistämällä sovittua. Haasteena koimme vieraskielisen materiaalin kääntämisen ja sieltä olennaisen tiedon keräämisen, koska käytimme vieraskielistä aineistoa verrattain paljon. Saimme kuitenkin sovellettua lähdemateriaaleista kerättyä tietoa sekä aiemmin opittuja teoria-asioita niin, että sen kirjalliseen muotoon tuottaminen itse oppimateriaalissa onnistui ja sovellettavuus käytännön tilanteisiin ilmeni hyvin.

## LÄHTEET

- AGARWAL, Animesh 2011. Radiation Risk in Orthopedic Surgery: Ways to Protect Yourself and the Patient. Operative Techniques in Sports Medicine. Elsevier Inc.
- AIRAKSINEN, Tiina 2009. Toiminnallisen opinnäytetyön kirjoittaminen. [Viitattu 2015-11-10.] Saatavissa: <http://www.slideshare.net/TiinaMarjatta/toiminnallinen-opinnytety-tekstin>
- ANTTILA, Kyllikki, KAILA-MATTILA, Tuulikki, KAN, Suvi, PUSKA, Eeva-Liisa, VIHUNEN, Riitta 2008. Hoitamalla hyvää oloa. 12. painos. Helsinki: WSOY.
- BLY, Ritva 2015. Muutokset säädöksiin - EU:n BSS:n toimeenpano. STUK. [Viitattu 2016-02-04.] Saatavissa: [https://www.stuk.fi/documents/12547/1313128/Bly\\_Ritva\\_Saadosuudistus-ISO2015.pdf/27c3b9a3-6dde-4a21-b4b4-27ebbc27abc7](https://www.stuk.fi/documents/12547/1313128/Bly_Ritva_Saadosuudistus-ISO2015.pdf/27c3b9a3-6dde-4a21-b4b4-27ebbc27abc7)
- CHAFFINS, A. Julie 2008. Radiation Protection and Procedures in the OR. Radiologic Technology. Vol. 79/No. 5.
- DOSECO OY 2015. Henkilödosimetri. [Viitattu 2015-10-20.] Saatavissa: <http://www.doseco.fi/henkilodosimetri>
- GE healthcare 2011. Fluorostar 7900. Liikuteltava digitaalinen C-kaari. [Käyttöopas.]
- HEIKKILÄ, Piia 2013. Säteilyn käyttötavat leikkaussaleissa: Kartoitus säteilynkäytön turvallisuuskulttuuriin vaikuttavista tekijöistä suomalaisissa leikkaussaleissa. Pro gradu-tutkielma. Oulun yliopisto: Terveystieteiden laitos. Radiografiatiede. [Viitattu 2015-11-04.] Saatavissa: <http://herkules.oulu.fi/thesis/nbnfioulu-201310151793.pdf>
- HOVILAINEN-KILPINEN, Tuula ja OKSANEN, Heli 2012. Lähihoitajan käsikirja. Helsinki: SanomaPro.
- HUSSO, Minna 2010. Mikä on säteilyannos ja miten se syntyy. [Viitattu: 2016-03-06.] Saatavissa: [www.sadeturvapaivat.fi/file.php?422](http://www.sadeturvapaivat.fi/file.php?422)
- IAEA 2013. Staff radiation protection. [Viitattu 2016-03-05.] Saatavissa: [https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/4\\_InterventionalRadiology/fluoroscopy-operating-theatres/fluoroscopy-staff-protection.htm#FULS-FAQ02](https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/4_InterventionalRadiology/fluoroscopy-operating-theatres/fluoroscopy-staff-protection.htm#FULS-FAQ02)
- JANTUNEN, Hanna, KORTTELAINEN, Katariina, LEHKONEN, Miia ja WOOD, Päivi 2006. Henkilökunnan ja potilaan säteilynsuojelu lääketieteellisessä säteilyn käytössä. Suomen röntgenhoitajaliitto ry. Hämeen Offset-tiimi ky: Tampere.
- JOKELA, Kari 2006. Ionisoimaton säteily ja sähkömagneettiset kentät. Julkaisussa: NYBERG, Heidi ja JOKELA, Kari (toim.) Sähkömagneettiset kentät. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. STUK. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino. [Viitattu 2016-02-04.] Saatavissa: [http://www.stuk.fi/documents/12547/494524/6\\_1\\_1.pdf/c1de870c-bc49-42d5-bc8d-83b6c4ddab9a](http://www.stuk.fi/documents/12547/494524/6_1_1.pdf/c1de870c-bc49-42d5-bc8d-83b6c4ddab9a)
- JÄRVINEN, Hannu 2005a. Säteilynsuojelu. Teoksessa: SOIMAKALLIO, S., KIVISAARI, L., MANNINEN, H., SVEDSTRÖM, E. ja TERVONEN, O. (toim.). Radiologia. Helsinki: Sanoma Pro.
- JÄRVINEN, Hannu 2005b. Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2005. [Viitattu 2015-10-19.] Saatavissa: <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/122867/stuk-c4.pdf?sequence=1>
- KARJALAINEN, Kristiina 2004. Laadukasta verkko-oppimateriaalia tuottamassa. Lappeenrannan teknillinen yliopiston, oppimiskeskus. [Viitattu 2015-10-06.] Saatavissa: [http://www.vopla.fi/tiedostot/Laatukasikirja/Oppimateriaali/laadukasta%20verkko-oppimateriaalia%20tuottamassa\\_final.pdf](http://www.vopla.fi/tiedostot/Laatukasikirja/Oppimateriaali/laadukasta%20verkko-oppimateriaalia%20tuottamassa_final.pdf)
- KATISKO, Jani 2011. O-kaari – kirurginen apuväline, jonka käyttö vaikuttaa myös anestesiahenkilökunnan työskentelyyn. Oulun yliopistollinen sairaala. [Viitattu 2015-10-19.] Saatavissa: [www.sash.fi/files/.../O-kaari-anehoitpaivat2011-Katisko.doc](http://www.sash.fi/files/.../O-kaari-anehoitpaivat2011-Katisko.doc)
- KETTUNEN, Anja, AHONEN, Päivi, RÄSÄNEN, Outi ja SERVOMAA, Antti 2006. Sädesuoja leikkaussalityöskentelyyn. Säteilyturvallisuus leikkaussalissa ja poliklinikoilla kirurgista läpivalaisulaitetta käytettäessä. Radiografia 1/2006, 13-15.

- KERÄNEN, Vesa, ja PENTTINEN, Jukka 2007. Verkko-oppimateriaalin tuottajan opas. Jyväskylä: WSOYpro/Docendo-tuotteet.
- KOSHELEV, Dmitriy. 2013. Peredizhnoj amerikanskij tomograf (fcn tjumen').jpg - Wikimedia Commons. Wikimedia.org. 02.02.2013. [Viitattu 2015-10-19.] Kuva. Saatavissa: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D0%B9\\_%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84\\_\(%D0%A4%D0%A6%D0%9D\\_%D0%A2%D1%8E%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%8C\).JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84_(%D0%A4%D0%A6%D0%9D_%D0%A2%D1%8E%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%8C).JPG)
- LAKI TERVEYDENHUOLLON LAITTEISTA JA TARVIKKEISTA. L 629/2010. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2016-02-03.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100629#Pidm3038480>
- LAMMI, Outi 2009. Vaikuta visuaalisesti! Laadi selkeä esitys. Jyväskylä: WSOYpro Oy
- LEHTONEN, Olli 2015. Lähde esiin. [Viitattu 2015-12-08.] Saatavissa: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/lahdeesiin/index.html>
- LINDBERG, Minna, VIRTANEN, Sanna ja PETÄJÄJÄRVI, Maire 2016. Ulkoisten sädesuojien käyttö osana säteilysuojelua. Radiografia 1/2016, 32-33.
- LIPSITZ, Evan C., VEITH, Frank J., OHKI, Takao, HELLER, Sherman, WAIN, Reese A., SUGGS, William D., LEE, John C., KWEI, Stephanie, GOLDSTEIN, Kenneth, RABIN, Joseph, CHANG, David ja MEHTA, Manish 2000. Does the endovascular repair of aortoiliac aneurysms pose a radiation safety hazard to vascular surgeons? Journal of vascular surgery. Vol. 32/No. 4. Bronx: New York.
- LYYTIKÄINEN, Jouni 2016-02-20. Lääkintävahtimestari. Kirjaaminen leikkausyksikössä tapahtuvasta läpivalaisulaitteen käytöstä [sähköposti]. Vastaanottaja Heikki Koskinen.
- MARTTILA, Olli J. 2002. Suureet ja yksiköt. Julkaisussa: IKÄHEIMO, Tarja K. (toim.) Säteily ja sen havaitseminen. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. STUK. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino. [Viitattu 2016-03-04.] Saatavissa: [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)
- MATIKKA, Hanna 2016-03-22. Sairaala fyysikko. [keskustelu]. Kuopio: Kuopion yliopistollinen sairaala.
- MEDTRONIC 2011. O-arm® Multi-dimensional Surgical Imaging System The Information You Need, When You Need It Most. [Viitattu 2015-10-19.] Saatavissa: [http://www.neurosurgeonadelaide.com.au/pdf/oarm\\_9670939v2.pdf](http://www.neurosurgeonadelaide.com.au/pdf/oarm_9670939v2.pdf)
- MILLER, Donald L., VAÑÓ, Eliseo, BARTAL, Gabriel, BALTER, Stephen, DIXON, Robert, PADOVANI, Renato, SCHUELER, Beth, CARDELLA, John F. ja BAÈRE, Thierry de 2010. Occupational Radiation Protection in Interventional Radiology: A Joint Guideline of the Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe and the Society of Interventional Radiology. Journal Vascular Interventional Radiology. Vol. 21, 607-615.
- MUSTONEN, Riitta ja SALO, Aki 2002. Säteily ja solu. Julkaisussa: PAILE, Wendla (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. STUK. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino. [Viitattu 2016-01-25.] Saatavissa: [http://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja4\\_luku2.pdf/1946f746-2f35-42bd-8d04-90e5853850da](http://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja4_luku2.pdf/1946f746-2f35-42bd-8d04-90e5853850da)
- MUSTONEN, Riitta, SALOMAA, Sisko ja KIURU, Anne 2002. Säteily ja syövän synty. Julkaisussa: PAILE, Wendla (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. STUK. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino. [Viitattu 2016-03-30.]
- MÄKELÄ, Timo ja KATISKO, Jani 2015. Säteilyannokseen vaikuttavat asiat - perusasioita. [Viitattu 2015-10-19.] Saatavissa: <http://www.sadeturvapaivat.fi/file.php?255>

- NICKOLOFF, Edward Lee 2011. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Physics of FlatPanel Fluoroscopy Systems Survey of Modern Fluoroscopy Imaging: Flat-Panel Detectors versus Image Intensifiers and More. Imaging physics. Radiographics. [Viitattu 2016-03-04.] Saatavissa: <http://pubs.rsna.org/doi/pdf/10.1148/rg.312105185>
- NIEMI, Petri 2015. Kehittämistyö. [Viitattu: 2015-11-10.] Saatavissa: <http://www.oppilaanohjaus.fi/kehittamistyö.php>
- PAILE, Wendla 2002. Säteilyn haittavaikutusten luokittelu. Julkaisussa: PAILE, Wendla (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. STUK. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino. [Viitattu 2016-02-04.] Saatavissa: [http://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja4\\_03.pdf/450f57ef-5060-492f-b22c-325e640c375b](http://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja4_03.pdf/450f57ef-5060-492f-b22c-325e640c375b)
- PASCIAK, Alexander S., BOURGEOIS, Austin C ja JONES, A. Kyle 2014. C-arm rotation as a method for reducing peak skin dose in interventional cardiology. Openheart [verkkójulkaisu]. [Viitattu: 2016-03-05.] Saatavissa: <http://openheart.bmj.com/content/1/1/e000141.full>
- PRIME, Matthew, KHAN, Wasim, DHEERENDRA, Sujay ja MARUTHAINAR, Nimlan 2010. The use of ionising radiation in trauma and orthopaedic theatres. Clinical Feature. Vol. 20/No. 5. ISSN 1467-1026.
- PUKKILA, Olavi 2004. Säteilytoiminnan säännökset. Julkaisussa: PUKKILA, Olavi (toim.) Säteilyn käyttö. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. STUK. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino. [Viitattu 2016-02-04.] Saatavissa: [http://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja3\\_5.pdf/fdbeee32-c675-4147-8e29-8586f595e3c7](http://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja3_5.pdf/fdbeee32-c675-4147-8e29-8586f595e3c7)
- PÖYRY, Paula M. 2004. Annoksen ja pinta-alan tulon (DAP) mittaaminen röntgendiagnostiikassa ja DAP-mittareiden kalibrointi. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto: Fysikaalisten tieteiden laitos. [Viitattu 2015-12-13.] Saatavissa: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/fysik/pg/poyry/annoksen.pdf>
- RÄSÄNEN, Outi ja HIRVONEN, Päivi 2011. Säteilysuojainten käyttö leikkaussalissa. Pinsetti 4/2011. Suomen leikkausosaston sairaanhoitajat ry. Joutsen Median painotalo. ISSN 1236-8237.
- SALMINEN, Ari 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. [Viitattu 2016-03-24.] Saatavissa: [http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf)
- SANDBERG, Jorma ja PALTEMAA, Risto 2002. Ydin- ja säteilyfysiikan perusteet. Julkaisussa: IKÄHEIMONEN, Tarja K. (toim.). Säteily ja sen havaitseminen. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. STUK. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino. [Viitattu 2015-10-15.] Saatavissa: [http://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja1\\_1.pdf/0aa465c1-9c58-44b9-a30c-f160ef3b1171](http://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja1_1.pdf/0aa465c1-9c58-44b9-a30c-f160ef3b1171)
- SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖN ASETUS POTILASASIAKIRJOISTA. L2009/298. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2015-10-24.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090298#Pdm1590624>
- STEPHENSON, Ben. 2005. A mobile C-arm fluoroscopy unit.jpg - Wikimedia Commons. Wikimedia.org. [Online] 11.07.2005. [Viitattu 2015-03-27.] Kuva. Saatavissa: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mobile\\_X-ray\\_machine.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mobile_X-ray_machine.jpg)
- STUK 2009a. Säteilyturvallisuus työpaikalla. Säteilyturvakeskus: ST-ohje 1.6. [verkkójulkaisu]. [Viitattu 2015-03-31.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/5773-ST1-6.pdf>
- STUK 2009b. Säteilysuojelun perussuositukset 2007. Suomenkielinen lyhennelmä julkaisusta ICRP-103 [verkkójulkaisu]. [Viitattu 2015-10-06.] Saatavissa: <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/124335/stuk-a235.pdf?sequence=1>
- STUK 2009c. Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia. Helsinki: Vammalan Kirjapaino Oy. [Viitattu 2016-03-25.] Saatavissa:



- <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/125172/katsaus-sateilyn-terveysvaikutukset-8-2009.pdf?sequence=1>
- STUK 2011. Säteilylähteiden käyttötilojen suunnittelu. Säteilyturvakeskus: ST-ohje 1.10. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2015-03-27.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/37457-ST1-10.pdf>
- STUK 2012. Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa. Säteilyturvakeskus: ST-ohje 1.7. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2015-03-26.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/13830-ST1-7.pdf>
- STUK 2014a. Annosrekisteri ja tietojen luovuttaminen. Säteilyturvakeskus: ST-ohje 7.4. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2015-12-08.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/5775-ST7-4.pdf>
- STUK 2014b. Säteilyaltistuksen seuranta. Säteilyturvakeskus: ST-ohje 7.1. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2015-03-31.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/2745-ST7-1.pdf>
- STUK 2014c. Röntgentutkimukset terveydenhuollossa. Säteilyturvakeskus: ST-ohje 3.3. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2015-03-25.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/26677-ST3-3.pdf>
- STUK 2015a. Mitä säteily on. [Viitattu 2015-10-25.] Saatavissa: <http://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on>
- STUK 2015b. Oikeutus säteilylle altistavissa tutkimuksissa – opas hoitaville lääkäreille. [Viitattu 2016-02-25.] Saatavissa: <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/126288/STUK-opastaa-oikeutus-2015.pdf?sequence=1>
- STUK 2016a. Esimerkkejä säteilyannoksista. [Viitattu 2016-03-07.] Saatavissa: <http://www.stuk.fi/aiheet/sateilyvaara/esimerkkeja-sateilyannoksista>
- STUK 2016b. Historia. [Viitattu 2015-03-05.] Saatavissa: <http://www.stuk.fi/tietoa-stukista/historia>
- SÄTEILYASETUS. L 1991/1512. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2015-10-06.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19911512>
- SÄTEILYLAKI. L 1991/592. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2015-10-06.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19910592>
- TAPIOVAARA, M., PUKKILA, O. ja MIETTINEN, A. 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Julkaisussa: PUKKILA, Olavi (toim.) Säteilyn käyttö. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. STUK. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino. [Viitattu 2016-02-04.] Saatavissa: [http://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja3\\_1.pdf/a825da96-784a-4868-80a7-3a3d33549257](http://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja3_1.pdf/a825da96-784a-4868-80a7-3a3d33549257)
- TUTKIMUSEETTINEN NEUVOTTELUKUNTA 2015. Hyvä tieteellinen käytäntö. [Viitattu 2016-03-10.] Saatavissa: <http://www.tenk.fi/fi/htk-ohje/hyva-tieteellinen-kaytanto>
- VILKKA, Hanna ja AIRAKSINEN Tiina 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- WIRTANEN, Merja 2012. C-kaarityöskentely leikkaussalissa [pdf-tiedosto]. Sädeturvapäivät. [Viitattu 2015-11-04.] Saatavissa: [www.sadeturvapaivat.fi/file.php?616](http://www.sadeturvapaivat.fi/file.php?616)