

Stefanius & Vahtola

MAMMOGRAFIALAITTEEN KUVANLAADUN TESTAUS

Digitaalinen opas

MAMMOGRAFIALAITTEEN KUVANLAADUN TESTAUS

Digitaalinen opas

Stefanius Sami & Vahtola Ville
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Radiografia ja Sädehoito
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelma

Tekijät: Stefanius Sami & Vahtola Ville

Opinnäytetyön nimi: Mammografialaitteen kuvanlaadun testaus, digitaalinen opas

Työn ohjaajat: Anja Henner & Anneli Holmström

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2020

Sivumäärä: 32+6

Mammografia on rintojen yleisin kuvantamismenetelmä, jonka avulla tutkitaan rintakudoksessa olevia muutoksia ja etsitään rintasyövän varhaisvaiheita. Mammografia kuvantamisessa kuvanlaadun tulee olla erittäin korkealaatuinen, koska rintakudoksessa jo todella pienen muutoksen havaitseminen tai havaitsematta jääminen voi olla merkitsevää potilaan hoidon kannalta.

Innomentarium Oy on kehittänyt Fenix digitalisaattoratkaisun korvaamaan vanhempien mammografialaitteiden alkuperäisiä filmi-vahvistuslevy-yhdistelmiä tai kuvalevyjä kuvailmaisimena. Fenix ratkaisu tuo laitteen nykyaikaan käytettävyydeltään ja on kustannustehokas sekä ekologisesti vastuullinen ratkaisu. Innomentarium tutkii Fenix ratkaisun ja sen mukanaan tuoman suoradigitaalisen detektorin tuottamaa kuvanlaatua verrattuna laitteiden alkuperäisiin detektoreihin

Tämä opas perustuu alan kirjallisuuden lisäksi yhteistyökumppanimme Innomentariumin näkemyksiin ja toiveisiin sekä yleisiin periaatteisiin mammografian laadunvarmistuksesta. Oppaasta pyrittiin tekemään selkokielineen ja hyvin käytännönläheinen, ensisijaisena kohderyhmänään kuitenkin Innomentarium Oy. Vaikka opasta tehdessä suoritettiin kuvanlaadun testausta, rajattiin aihe nimenomaan käsittelemään opasta ja sen ominaisuuksia enemmän kuin kuvanlaatua itsessään. Opasta voi käyttää myös muussa yhteydessä, koska testit soveltuvat muillakin mammografia- tai natiivikuvauslaitteilla tehtäviksi.

Itse tuote toteutettiin digitaalisena oppaana, jota on helppo jakaa eteenpäin ja se on myös nykyaikainen ja taloudellinen tapa. Oppaan muotoilussa on kuitenkin otettu huomioon, että sen voi myös tarvittaessa tulostaa paperiversioksi. Tuote sisältää havainnollistavia kuvia ja tuotteelle määritettyjen laatuksiteerien täyttymistä on arvioitu Innomentariumille teetetyllä kyselyllä sekä projektityöntekijöiden toimesta.

Projektille sopivia jatkotutkimusaiheita voisivat olla kuvanlaadun vertailututkimus Fenix ratkaisun detektorin ja muun detektorin välillä tai oppaassa tehtyjen testien tuotoksena saatujen tulosten tarkempi analysointi ja ohjeistus ImageJ ohjelman käyttämiseksi kuvien tulkinnessa.

Asiasanat: mammografia, kuvanlaatu, laatuksiteetit, opas, fantomi, detektori

ABSTRACT

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

Author(s): Stefanius Sami & Vahtola Ville

Title of thesis: Mammography Image Quality Testing, A Digital Guidebook

Supervisor(s): Anja Henner & Anneli Holmström

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2020 Number of pages: 32+6

Mammography is the most common breast imaging method that investigates changes in breast tissue and possible early stages of breast cancer. One of the main priority things in mammography is to have high image quality. Image quality is important because even very tiny transformations could be remarkable to find and may affect to the patient's care a lot.

Innomentarium Ltd. has developed a digital Fenix detector solution to replace detectors from older mammography devices such as GE Performa. With Fenix detector these older devices can continue their life cycle many years ahead with cost-efficient way. Fenix detector brings the older machine to a digital age with easy accessibility. Innomentarium is researching image quality with Fenix detector and comparing it to original ones. With existing partnership between Oulu university of applied sciences and Innomentarium we got an idea of this thesis from our teacher and after many stages the outcome was to make a digital guidebook about image quality testing. Testing methods in this guidebook are possible to also do with other mammography devices.

This guidebook and the theory behind it are based on the literature of the professional field of mammography and x-ray. It also takes note to our collaborator Innomentarium opinions about the guidebook's outcome. We have also noticed the common principles of mammography quality control. The guidebook itself is aimed to be practical and as plain language as it could be. Most important target group to this guidebook is Innomentarium Ltd. Subject is confined to mainly handle the guidebook and it's features even though we made those image quality tests as a part of the thesis.

The guidebook itself is implemented as a digital guidebook because of the facility to share it between people. Digital form is also modern and economic. While designing the guidebook we took note that it is still possible to print and use as a paper form guidebook if someone needs or wants to use it that way. the product contains demonstrating pictures. The outcome of the final product has been tested with third party persons and the quality criterions assessed to this guidebook has been measured by Innomentarium with a quality questionnaire we made based to the quality criterions.

As an idea for a further research could be a quantitative research comparing the image quality of the Fenix and some other detector. Another further research could be a more accurate analysis of the findings in these tests and a guidebook to ImageJ program for image quality analysis.

Keywords: mammography, image quality, quality tests, guidebook, phantom, detector

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	KUVANLAATU MAMMOGRAFIATUTKIMUKSESSA	7
2.1	Detektorit mammografia kuvantamisessa.....	8
2.2	DQE, Detective Quantum Efficiency.....	9
2.3	MTF, Modulation transfer function	10
2.4	SNR, Signal to noise ratio	10
2.5	Kuvanlaatufantomit.....	11
3	TUOTEKEHITYSPROJEKTIN LÄHTÖKOHDAT	12
3.1	Tarkoitus ja tavoitteet	12
3.2	Projektiorganisaatio.....	13
4	OPPAAN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	15
4.1	Oppaan suunnittelu	15
4.2	Oppaan laatutavoitteet	15
4.3	Kuvanlaatutestien suorittaminen	16
4.4	Aineiston analysointi.....	17
4.5	ImageJ	18
4.6	Dokumentointi	19
4.7	Oppaan toteutus.....	21
5	PROJEKTIN JA TUOTTEEN ARVOINTI	22
5.1	Projektin arviointi	22
5.2	Tuotteen arviointi.....	24
6	POHDINTA	26
	LÄHTEET.....	28
	LIITTEET	33

1 JOHDANTO

Lähes yksi kahdeksasta suomalaisesta naisesta sairastuu elämänsä aikana rintasyöpään, suurin osa rintasyövistä voidaan kuitenkin hoitaa (Syöpäsäätiö 2020, Viitattu 17.3.2020). Rintojen yleisin diagnostinen tutkimusmenetelmä on mammografia, joka on erityisesti rintojen kuvantamiseen tarkoitettu matalaenerginen röntgentutkimus. Sen tarkoituksena on tuottaa kontrastia rinnassa olevan mahdollisen muutoksen ja normaalin ympäröivän rintakudoksen välille. Rintakudoksen paksuuden vaihtelu vaimentaa röntgensäteilyä. Kontrasti kasvaa rinnassa olevien muutosten kohdalla, koska röntgensäteily vaimenee silloin enemmän, sillä muutokset tai mikrokalkit ovat ympäröivää kudosta tiheämpiä. (Pisano, Etta, Kuzmiak, Cherie, Yaffe, Martin & Joel 2004, 4.)

Mammografiatutkimuksessa tarkka kuvanlaatu on tärkeää, koska hyvin pienten muutosten tai rintasyövän esiasteiden havaitseminen ajoissa auttaa löytämään mahdollisesti pahanlaatuisiksi kasvavan muutoksen ja se voidaan hoitaa ennen kuin potilaalle ehtii kehittyä siitä vakavampaa sairautta (Aro, Pilvikki-Absetz, Van Elderen, Van der Ploeg & Van der Kamp, 2000, viitattu 12.12.2019). Mammografiakuvien laatuvaatimukset on asetettu erittäin korkealle. Teknisen kuvanlaadun seuranta kuvantamisyksiköissä toteutetaan tiheään ja esimerkiksi seulontamammografiaan käytettäville laitteille on annettu suositus tehdä laatutestejä niin päivittäin, viikoittain kuin kuukausittainkin. (Toroi, Järvinen, Parviainen, Pirinen & Tapiovaara 2014, 6.)

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tuotteena valmistui opas yhteistyökumppanillemme Innomentariumille kuvanlaadun testaamista varten ja tuotetta suunnitellessa apuna on käytetty Innomentariumin Fenix digitalisaatoratkaisulla päivitettyä Ge Performa mammografialaitetta. Oppaan tavoitteena oli luoda selkeät yhtenäiset tavat toteuttaa teknisen kuvanlaadun testaaminen eri laitteilla. Innomentarium voi hyödyntää opasta kuvanlaadun vertailemisessa muiden detektorien ja kehittämänsä Fenix ratkaisun mukanaan tuoman detektorin välillä ja natiivikuvauslaitteiden vertailussa soveltaen. Oppaassa kerrotaan, miten erilaiset testit suoritetaan kuvanlaadun varmistamiseksi Fenix ratkaisulla digitalisoidulla Performa -laitteella. Testit ovat tehtävissä myös millä tahansa muulla laitteella. Digitaalista opasta Innomentarium voi hyödyntää markkinoinnissaan ja tuotekehityksessään. Opasta voivat hyödyntää myös Fenixin avulla digiaikaan siirtyneet kuvantamisyksiköt kuvanlaadun testaukseen. Opas on yleispätevä myös muiden mammografialaitteiden detektorien kuvanlaadun testaukseen.

2 KUVANLAATU MAMMOGRAFIATUTKIMUKSESSA

Mammografia on perinteinen rintojen kuvantamismenetelmä, jossa rinnat kuvataan yleisimmin kahdesta eri suunnasta. Tarkoituksena on tutkia oireelliset potilaat mahdollisen rintasyövän toteamiseksi ja seulonnassa löytää oireettomilta potilailta mahdollinen rintasyöpä varhaisessa vaiheessa. Mammografiaseulonnan on osoitettu vähentävän rintasyöpäkuolleisuutta. (Soimakallio ym. 2005, 239–241.) Esimerkiksi vuonna 2016 rintasyöpäseulonnoissa löytyi 2000 rintasyöpää. Tuolloin seulontoihin osallistui noin 83 prosenttia 379 000:sta kutsun saaneesta (Terveystieteiden tutkimuskeskus ja Hyvinvoinnin laitos 2018, Viitattu 23.2.2020.) Mammografiatutkimuksessa kuvattava rinta puristetaan kuvauspöytää vasten tiiviisti puristuskaukan avulla, jotta rintakudos saadaan leviämään laajemmaksi ja ohuemmaksi, jolloin säteilyrasitus pienenee ja mahdolliset muutokset rintakudoksessa erottuvat paremmin. Tutkimuksessa voidaan ottaa useita kuvia eri projektioidessa, joista yleisimmin CC eli etukuva ja MLO eli viistokuva, joissain tapauksissa tehdään myös tomosynteesikuvaus. Siinä tietokone yhdistää useita eri suunnista otettuja kuvia yhdeksi kolmiulotteiseksi kuvaksi. Tomosynteesikuvat tuotetaan vähäisellä röntgensäteilyllä ja koko kuvaus kestää noin kymmenen sekuntia. (Barkhausen, Rody & Schafer 2015, 4-7.) Tomosynteesin eli leikekuvauksen on todettu parantavan syövän havaitsemista vähentämällä vääriä positiivisia löydöksiä (Joe 2015, 20).

Detektorien teknistä suorituskykyä voidaan kuvata erilaisilla parametreilla, joita ovat esimerkiksi kontrastierotuskyky, kontrasti, terävyys ja kvanttiefektiivisyys. Kuvanlaatua arvioidaan sekä fantomi- että kliinisten tutkimusten kuvien avulla. Hyvää kuvanlaatua määriteltäessä tarkastellaan kolmea parametria: kontrastia, resoluutiota ja kohinaa. Näitä parametreja voidaan arvioida signaali-kohinasuhteen (SNR, signal-noise ratio), modulaation siirtofunktion (MTF, modulation transfer function) ja kohinan tehospektrin (NPS, noise power spectrum) avulla. Kaikki kolme parametria vaikuttavat osaltaan detektorin kvanttiefektiivisyyteen (DQE, detective quantum efficiency). Kvanttiefektiivisyyttä pidetään parhaimpana parametrina kuvaamaan detektorin suorituskykyä, koska siinä yhdistyvät eri kuvanlaatuparametrit ja säteilyannos. (Lanca & Silva 2008b, 136.) Tässä työssä esitellään tavat näiden parametrien mittaamiseen.

2.1 Detektorit mammografia kuvantamisessa

Mammografialaite tuottaa matalaenergistä röntgensäteilyä, mikä on mahdollista rodium- molybdeeni- tai volframi suodatuksen ansiosta (Rissanen & Dean 2017, viitattu 17.1.2019). Mammografialaitteiden anodilautasmateriaalina käytetään molybdeenia, joka tuottaa energialtaan juuri mammografiaan hyvin soveltuvaa karakteristista säteilyä (Murphy & Nadrljanski 2020, Viitattu 5.5.2020). Mammografiatutkimuksessa käytettävä röntgensäteilyn putkijännite on 25-30 kilovoltia (kV), käytetty kuvausvirta on välillä 80-200 milliampeeria (mA) ja kuvausaika tyypillisesti noin 1 sekunti, mutta rinnan tiheyden mukaan aika voi olla pidempikin. Tavalliset kuvausarvot ovat 25 kV ja 120 mAs. Mammografialaitteessa on liikkuva hila, jonka hilasuhde on tyypillisesti 5:1. (Papp 2019, 206). Rinta puristetaan kompressiolevyn avulla tiiviiksi kuvalevyä vasten, jolloin voidaan käyttää mahdollisimman pientä säteilymäärää ohuemman kudospaksuuden ansiosta. Puristuksen voimakkuus riippuu rintarauhasen rakenteesta ja koosta, mutta sijoittuu yleensä välille 100-200 Newtonia (N). (Dean 2005: 239–258; Mustajoki – Kaukua 2008. Viitattu 19.1.2019.)

Mammografiassa käytettävät kuvailmaisimet jaotellaan digitaalisiin ja analogisiin. Analogisissa kuvailmaisimissa röntgenkuva muodostetaan filmi-vahvistuslevy-yhdistelmän avulla (Jurvelin 2005, 32). Analoginen kuvantaminen on kuitenkin väistynyt 1990-luvulta lähtien yleistyneiden digitaalisten sovellutusten tieltä. Joista ensimmäisenä siirryttiin kuvalevykuvantamiseen, joiden lisäksi tarvittiin vielä erillinen kuvanlukijalaite siirtämään kuvat tietokoneelle ja siitä edelleen digitaalisiin detektoreihin, joista kuvat siirtyvät tietokoneelle tarkasteltaviksi (Kröger & Näätänen 2011, 2).

Digitaalisilla detektoreilla pystytään muodostamaan suoraan muokattava kuva tietokoneelle. (Fauber 2013, 65). Detektori luo latenttikuvasta, eli näkymättömästä sähkövarauksesta koostuvasta kuvasta näkyvän kuvan tietokoneelle ilman erillistä kuvalevyä (Koponen 2012, 7). Digitaalisen detektorin, eli ilmaisimen ehdottomia etuja on kuvauksen ja kuvan tulkitsemisen nopeus, kuvien korjaus, raja- ja mahdollisuudet sekä kuvien sähköinen arkistointi (Kröger & Näätänen 2011, 2).

Digitaalisen kuvantamisen ilmaisimet voidaan jakaa epäsuoraa ja suoraa konversiota käyttäviin kuvantamistekniikoihin. Epäsuorassa tekniikassa röntgensäteily muunnetaan ensin näkyväksi valoksi, joka muunnetaan sähköiseksi signaaliksi, jonka ilmaisimella pystyy tekemään tulkittavaksi kuvaksi. Suorassa konversiossa ei synny lainkaan valoa, vaan röntgensäteily muuttuu suoraan sähköiseksi signaaliksi, jonka detektori tulkitsee kuvana. Eroa on myös detektorien sisältämissä konversiomateriaaleissa. Epäsuorassa tekniikassa hyödynnetään cesiumjodidia (CsI) ja suorassa

amorfista seleeniä. (Lança & Silva, 2008a, 60–62.) Cesiumjodidia käytetään detektoreissa, koska sillä on hyvä absorbointikyky. Tämä taas johtuu cesiumjodidin korkeasta alkuainejärjestysluvusta. Toiseksi cesiumjodidi koostuu neulasmaisista kiteistä, jotka suuntaavat säteilyä itsensä suuntaisesti ja vähentävät näin ollen tehokkaasti hajasäteilyä. (Lança & Silva 2013, 12, 17.) Amorfista seleeniä (a-Se) käytetään puolijohdeena sen absorbointiherkkyden ja korkean resoluution takia. Detektorissa oleva seleenikerros on varautunut ennen eksponointia ja eksponoitaessa säteilyfotoni absorboituvat tähän varautuneeseen seleenikerrokseen, mikä aiheuttaa sähköisen varauksen, joka taas siirtyy ilmaisimen elementteihin ohutkalvokerrokselle. Tämä varaus muunnetaan digitaalisiksi arvoiksi vastaamaan kuvapikseleitä. (Lança & Silva 2013, 14, 16; Tapiovaara ym. 2004, 60–61.)

Tässä työssä käytettävän Fenix digitalisaattorin sisältämä detektori on tyypiltään epäsuoraa konversiota käyttävä digitaalinen detektori, joka sisältää amorfista piitä (a-Si). Sen pikselikoko on 76 μm , resoluutio 3072 x 3840, sekä MTF 65 @ 3lp/mm. Detektorin resoluutio eli erotuskyky kuvaa kuvan terävyyttä. Vierekkäisten yksityiskohtien erottuminen kertoo hyvästä erotuskyvystä. Pikselien koko ja määrä määrittää kuvan terävyyttä. Kun pikselit ovat pieniä, mahtuu niitä matriisille enemmän, jolloin kuva on tarkempi. (Tapiovaara, Pukkila, & Miettinen 2004, 92.) Modulaation siirtofunktio (MTF) kuvastaa kohteen piirtymistä röntgenkuvaan ja sitä, kuinka tarkasti ja terävästi laite toistaa erilaisia kuvasuhteita (Marsh & Malone 2001, 37–42, Viitattu 19.1.2020).

2.2 DQE, Detective Quantum Efficiency

Kuvailmaisinten herkkyyttä mitataan yleisesti käyttämällä suuretta DQE (Detective Quantum Efficiency) eli kvanttiefektiivisyys. DQE suure kuvaa sitä, miten tehokkaasti ilmaisimella muuttuu sille tulevan säteilyn käyttökelpoiseksi signaaliksi. Yleisimpien natiivikuvauskäyttöön tarkoitettujen taulukuvailmaisimien DQE:t ovat välillä 65-75%. Kuvalevyillä lukutekniikasta ja materiaalista riippuen DQE on 30-60%. Siirryttäessä kuvalevytekniikasta suoradigitaaliseen kuvaukseen, voidaan kuvauksessa käytettävän säteilyn määrää pienentää n. 30-50% kuvanlaadun kärsimättä. Digitaalisen natiivikuvauskäytön etuja ovat nopea kuvanmuodostus ja vaivattomuus, kuvansiirron ja käsittelyn helppous, sekä tasainen kuvanlaatu. Merkittävä ero on myös digitaalisten ilmaisimien laajempi dynamiikka. (Matikka 2013, 58-59.) DQE on tärkeä kuvanlaadun mittari, kun vertaillaan joko samantyyppisten, tai eri valmistajien detektorien välistä suorituskykyä. DQE arvon laskenta vaatii tarkan arvion

ilmakerman määrästä detektorin tulotasolla, sekä fotonien todellisen lukumäärän ilmakerman yksikköä kohti käytetylle fotonispektrille. DQE arvoa voidaan verrata valmistajan vertailutietoihin. (Van Engen, Bosmans, Heid, Lazzari, Schopphoven, Thijssen & Young 2011, 45-46, Viitattu 15.3.2020.)

2.3 MTF, Modulation transfer function

Modulaation siirtofunktio kuvaa järjestelmän kykyä siirtää paikkataajuusinformaatiota kuvattavasta kohteesta. Parhaassa tapauksessa kuvantamisjärjestelmä siirtää kaiken paikkataajuusinformaation ja modulaation siirtofunktio on yhtenäinen kaikilla taajuuksilla. Tällöin saatu kuva on täydellinen kopio alkuperäisestä kohteesta. Käytännössä kuvausjärjestelmän tuottamassa kuvassa on epätarkkuuksia ja sumentumia, joka johtavat siihen, että korkeammat paikkataajuudet eivät siirry yhtä hyvin kuin matala paikkataajuusinformaatio. (Lawinski, Mckenzie, Cole, Blake & Honey 2005, 5–6.) MTF ilmaisee kuvantamislaitteen erotuskykyä eli sitä, kuinka tehokkaasti viivatiheydeltään erilainen kuvasuhde toistuu kuvassa (Soimakallio ym. 2005, 26). MTF ilmaisee kaikkien paikkataajuuksien kuvautumista kuvassa. MTF voidaan määrittää eritaajuisien siniaaltojen vaimenemisena (Tapiovaara, Pukkila, & Miettinen 2004, 87–88). Modulaation siirtofunktio (MTF) on kvantitatiivinen ja objektiivinen kuvan laadun mittari, joka antaa tietoa kuvalle siirretyn objektikontrastin suuruudesta tilataajuuden funktiona. Matalat tilataajuudet vastaavat karkeita yksityiskohtia, ja korkeat tilataajuudet määrittelevät rakenteiden hienot yksityiskohdat tai reunat. (Chevalier, da Silva, Leyton, Nogueira Tavares, Oliveira & Peixoto 2012 122. Viitattu 13.3.2020)

2.4 SNR, Signal to noise ratio

Signaali-kohinasuhde kuvastaa kontrastin ja kohinan suhdetta laajamittaisissa kohteissa. Vaikka kontrasti, eli signaalin herkkyys ja kuvan kohina ovat tärkeitä indikaattoreita yksinäänkin, on niiden suhde tärkeämpi, sillä ne yhdessä muodostavat kuvanlaadun tärkeimmän indikaattorin eli signaali-kohinasuhteen. Jotta kuva olisi diagnostisesti luotettava, tulee signaali-kohinasuhteen olla noin 5:1. Digitaalisissa röntgenjärjestelmissä kohinan pienentyessä ja signaali-kohinasuhteen kasvaessa kuvan diagnostinen laatu paranee hyvin nopeasti. (Lanca & Silva 2008b, 137; Seibert 2004, 187.)

2.5 Kuvanlaatufantomit

Laadunvarmistustesteissä käytetään vaimennukseltaan rintaa simuloivaa testikappaletta, joka voi olla akryylimuovia tai muuta sopivaa materiaalia. Tällaisista testikappaleista käytetään termiä fantomi. Keskikokoista, paksuudeltaan noin viiden senttimetrin rintaa voidaan simuloida käyttämällä 4,5 senttimetrin paksuista akryylimuovista valmistettua rintafantomia. (Toroi ym. 2014, viitattu 23.3.2020.)

Kuvanlaadun visuaalinen mittaaminen yleensä perustuu kuvaan sellaisesta rintafantomista, joka sisältää sarjan heikkeneviä tai pieneneviä kohteita. Heikoimman tai pienimmän näkyvän kohteen määrittää kuvan tarkastelija. Käytännössä, kuvanlaadun tulokset kuitenkin vaihtelevat henkilöstä ja mittauskerrasta toiseen. Parhaiten kuvanlaadun muutos havaitaan kuitenkin silloin, kun testikuvaa ja vertailukuvaa katsotaan rinnakkain. Jotta eri päivinä otetut kuvat olisivat vertailukelpoisia, on kuvat käsiteltävä, ikkunoitava ja tarkasteltava vakioidulla tavalla visuaalista arviointia varten. Tarkemmin kuvadatan muutokset saadaan esille tekemällä määrällisiä eli kvantitatiivisia mittauksia. Tällainen mittaus voi olla esimerkiksi valittujen kuva-alueiden pikseleiden keskiarvon ja hajonnan laskentaa. (Toroi ym. 2014, viitattu 24.3.2020.)

Mammografiassa vaatimukset kuvanlaadulle ovat korkeammat kuin muissa röntgentutkimuksissa. Teknistä kuvanlaatua tulee tämän vuoksi seurata tiheämmin. Seulontamammografiassa suositeltu kuvanlaatu-testien määrä on vähintään kerran viikossa. Yleisin käytettävä testikappale on amerikkalaisen radiologijärjestön American college of radiologyn kehittämä fantomi, joka jäljittelee mammografiakuvissa tavallisesti esiintyviä rakenteita ja löydöksiä. Fantomissa on kuusi säiettä, joista ACR:n kriteereihin perustuen tulisi olla havaittavissa kaksi tai enemmän. Kuudesta kalkkirykelmästä tulisi nähdä vähintään kolme tai enemmän ja tiivistynyttä massaa kuvaavista palloista vähintään kaksi kuudesta. Näiden lisäksi fantomista otetuissa kuvissa ei saa olla havaittavissa kliinisesti merkittäviä artefaktoja. (American college of radiology 2018, Viitattu 5.4.2020.) Myös muita testikappaleita on kehitelty kuvanlaadun arviointiin. Mitä tahansa testikappaletta käytetäänkin, on testikuvan visuaalinen tarkastelu tehtävä samalta diagnostiselta työasemanäytöltä, jota käytetään mammografiakuvien tulkinnessa. (Nieminen 2009, 73.)

3 TUOTEKEHITYSPROJEKTIN LÄHTÖKOHDAT

Tämän opinnäytetyön aiheen saimme opettajaltamme Anja Henneriltä. Alun perin tarkoituksenaamme oli tehdä vertaileva tutkimus Innomentariumin Fenix digitalisaatio ratkaisuun kuuluvan detektorin ja laitteen alkuperäisen detektorin välillä, mutta teknisten ongelmien takia jouduimme muuttamaan opinnäytetyön luonnetta toiminnalliseksi ja päätimme valmistaa oppaan kuvanlaadun testaukseen Fenix ratkaisulla digitalisoitua laitetta käyttäen.

3.1 Tarkoitus ja tavoitteet

Työmme tarkoituksena oli luoda kuvanlaadun testaamiseen opas, jota Innomentarium Oy voi käyttää Fenix ratkaisun markkinoinnissa. Lisäksi Innomentarium saa oppaasta itselleen työkalun, jonka avulla kuvanlaadun testaus voidaan suorittaa tuleville Fenix ratkaisulla digitalisoiduille laitteille. Välittömänä tavoitteena on oman ammattitaidon kehittäminen mammografialaitteen käyttämiseen sekä detektorien toimintaan perehtymällä. Tavoitteenamme on myös lisätä projektin myötä omaa teknistä osaamistamme mammografiaan liittyvien laadunvarmistustestien tekemiseen. Tämä projekti antaa myös valmiuksia yleisesti röntgenhoitajan työhön kuuluviin laadunvarmistuksellisiin asioihin ja jonkin verran myös säteilysuojeluun annosten tarkastelun myötä. Kaikkia edellä mainittuja voidaan kutsua välittömiksi tavoitteiksi, ne kuvaavat projektin konkreettista lopputulosta, projektin tuotokset ja työsuunnitelma määrittelevät tarkemmin niiden sisällön. (ks. Silfverberg, Viitattu 22.3.2020.)

Pitkän aikavälin tavoitteita kutsutaan kehitystavoitteiksi. Kehitystavoitteet kuvaavat projektin muutosvaikutusta erityisesti kohderyhmän kannalta, joka on projektin tärkein hyödynsaaja (Silfverberg, Viitattu 22.3.2020). Nämä tavoitteet ovat tässä projektissa osaksi samoja kuin lyhyenkin aikavälin tavoitteet, koska projektin lopputuotteena syntyvä opas vaikuttaa toimeksiantajan toimiin sekä välittömästi että pidemmällä ajanjaksolla, jolloin siitä saadaan irti laajempaa hyötyä. Pitkän aikavälin tavoitteena pidämme kuvanlaadun testauksen helpottumista ja nopeutumista, sillä projektimme tuotteena syntyvä digitaalinen opas kuvanlaatu-testien suorittamiseen antaa selkeän pohjan, jonka mukaan testit voidaan helposti toistaa aina tarvittaessa. Toisena pitkän aikavälin tavoitteenamme on luoda hyvälaatuinen opas, jota Innomentarium voi hyödyntää markkinointinsa ja tuotekehitystyönsä tukena vielä pitkään.

3.2 Projektioorganisaatio

Projektilla tulee olla selkeä organisaatio, jonka osapuolten roolit ja vastualueet on tarkkaan ja selkeästi määritelty. Tavallisesti projektioorganisaatio koostuu ohjausryhmästä, varsinaisesta projektioorganisaatiosta ja yhteistyökumppaneista. Projektiin kuuluvien eri sidosryhmien roolit ja vastuut, projektin johtamismenettelyt sekä päätöksenteko- ja raportointivastuut on määriteltävä mahdollisimman selkeästi ja yksiselitteisesti. Pienetkin ristiriitaisuudet ja epäselvyydet vaikeuttavat projektityön tehokasta etenemistä päätöksenteon ja johtamisen takkuilla. (Silfverberg Viitattu 17.3.2020).

TAULUKKO 1. Projektioorganisaatio.

Rooli	Henkilö
Projektityöntekijät (OAMK)	Sami Stefanius Ville Vahtola
Ohjausryhmä (OAMK)	Anja Henner Anneli Holmström
Yhteistyökumppani (Innomentarium Oy)	Raija Kilponen

Projektioorganisaation eri toimijoiden roolit ja vastualueet tulee määritellä mahdollisimman selkeästi ja yksiselitteisesti (Silfverberg, Viitattu 4.4.2020). Projektille perustettiin taulukon 7 mukainen organisaatio. Ohjausryhmän tehtävänä oli ohjata ja opastaa projektityöntekijöitä projektin suunnittelussa toteutuksessa ja raportoinnissa sekä toimia linkkinä projektityöntekijöiden ja yhteistyökumppanin välillä. Projektityöntekijät jakoivat projektin eri osioiden suoritusvastuun tasaisesti ja suunnittelivat sekä toteuttivat osioita myös yhdessä. Projektityöntekijät myös huolehtivat projektin raportoinnista ohjausryhmälle ja yhteistyökumppanille. Yhteistyökumppanin tehtävänä oli tarvitta-

essa antaa tukea ammatillisessa näkökulmassa sekä teknisessä toteutuksessa. Yhteistyökumppani ohjasi myös projektin yleisiä suuntaviivoja ja yksityiskohtia omien tarpeidensa mukaisesti, koska projektin lopputuote on valmistettu ensisijaisesti yhteistyökumppanin käyttöön.

Projektin tuotteen tekijänoikeudet kuuluvat luonnollisesti sen tekijöille ja ne myönnetään yhteisellä sopimuksella myös toimeksiantajalle Innomentarium Oy:lle täysimittaisina muokkaus ja käyttöoikeuksina. Ohjausryhmän organisaationa toiminut Oulun ammattikorkeakoulu saa myös oikeudet käyttää opasta sellaisenaan opetustoiminnassa. (ks. Tekijänoikeuslaki 404/1961 1.)

4 OPPAAN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

4.1 Oppaan suunnittelu

Aluksi tarkoituksemme oli tehdä kvantitatiivinen vertailututkimus Fenix digitalisaatoratkaisulla varustetun Performa laitteen detektorin ja Performan alkuperäisen detektorin kuvanlaatua vertailemalla, mutta teknisten ongelmien ja projektin viivästymisen vuoksi jouduimme muuttamaan työemme aihetta. Yhteistuumin toimeksiantajan kanssa neuvotellen päädyimme tekemään oppaan kuvanlaadun testaamista varten, koska siihen oli kätevä hyödyntää jo hankkimaamme tietoperustaa ja tutkimustietoa aiheesta, sekä hyödyntämään perehtyneisyyttä Fenix digitalisaatio ratkaisuun ja kuvanlaadun testausmenetelmiin.

Projektiin sisältyi suunnitteluvaihe, joka toteutettiin perehtymällä projektin kohteena olevan asian tietoperustaan ja käymällä sieltä läpi olennaisimmat asiat (ks. Silfverberg, Viitattu 4.4.2020). Toteutusvaiheessa teimme oppaaseen suunnitellut testit itse Oulun ammattikorkeakoulun röntgenharjoitusluokassa ja tallensimme saadut tulokset itselle raportointia varten, sekä otimme havainnollistamista varten kuvia, siitä miten itse suoritimme testit ja mitä välineitä niissä käytettiin. Mittasimme työssämme erilaisia kuvanlaatufantomeita, kuvan tasaisuutta viidellä eri annostasolla, jäännöskuvaa, dynaamista kvanttihyötysuhdetta sekä tarkastelimme automaattivalotuksen toimintaa. Mittausten suorittaminen käytiin läpi toimeksiantajan edustajan kanssa koulun röntgenharjoitusluokassa. Kaikki testit pyrittiin tekemään samalla tavoin, kuin Fyse Oy:n Innomentariumille tekemässä mammografialaitteiden teknisessä vertailututkimuksessa, jotta testien suoritustapa on luotettavampi, jo toteutetun toistettavuuden ansiosta. (Fyse Oy 2018) (Hirsjärvi ym. 2013, 231.)

4.2 Oppaan laatutavoitteet

Oppaalle on asetettava laatutavoite, jonka avulla määritetään tavoiteltavat laadulliset kriteerit (Jyväskylän yliopisto, viitattu 21.03.2019). Oppaamme laatutavoitteena oli selkeys, laatu, yksinkertaisuus ja helppo ymmärrettävyys sekä käyttäjälähtöinen tuote. Oppaan sisältö pyrkii olemaan mahdollisimman käytännönläheinen, asianmukainen ja totuudenmukainen, jolloin siitä on todellista hyötyä laatutestien tekijälle. Garvin (1988, 49) mukaan laatu voidaan jaotella kategorioihin, jotka on koottu liitteeseen 1. Taulukossa kerrotaan myös, kuinka nämä asiat on huomioitu oppaassa.

4.3 Kuvanlaatutestien suorittaminen

Ensimmäisenä suoritimme kuvantasaisuustestin. Tässä testissä otimme viisi kuvaa viidellä eri annoksella, käyttäen 45 mm koko detektorin pinta-alaa kattavaa PMMA fantomia. Kaikki kuvat otettiin käyttämällä 28 kV:n kuvausjännitettä. Virran ja ajan tulo oli ensimmäisessä kuvassa 4 mAs, toisessa 6 mAs, kolmannessa 12 mAs, neljännessä 16 mAs ja viidennessä 25 mAs. Säteilyannos mitattiin Raysafe X2 säteilymittarilla. Suodatuksena käytimme laitteen molybdeeni suodatusta sekä 2 mm alumiinilevyllä tuotettua lisäsuodatusta. Säteilymittarin asetimme fantomin päälle vaakasuunnassa keskelle ja pystysuunnassa 6 cm:n päähän detektorin etureunasta. Alumiinilevy asetettiin säteilymittarin päälle. Kuvaus suoritettiin työasemaohjelmisto Rconsole1:n raakakuvaus ohjelmalla. Kuvat tarkasteltiin sekä visuaalisesti että kvantitatiivisesti ImageJ-ohjelmaan saatavalla COQ lisäosalla. Kvantitatiivisessa arvioinnissa hyödynnettiin parametreja Local signal, Global signal, Local SNR ja Global SNR. Näiden lisäksi kuvista mitattiin globaalia tasaisuutta vertaamalla kuvan intensiteetin keskiarvoa neliöistä läheltä kuvan nurkkia ja keskiarvoon keskeltä kuvaa.

Toisessa testissä käytimme American College of Radiologyn kehittämää ACR fantomia. ACR fantomi sisältää eri tiheyksisiä massapalloja, säikeitä ja kalkkikasoja. Tästä kuvasta nähdään, kuinka hyvin pienikontrastiset yksityiskohdat erottuvat kuvasta. (ks. Toroi ym. 2014, viitattu 13.3.2020.) Testi suoritettiin puoliautomaatti toiminnolla, jolloin virran ja ajan tulo säätyi automaattisesti. Kuvausjännitteeksi valittiin 25 kV, 30 kV ja 35 kV kattaen kliinisen käytön kuvausjännitealueen. Fantomi asetettiin detektorin keskelle siten, että se oli samalla tasalla detektorin etureunan kanssa. Suodatuksena oli molybdeeni sekä puristuksen voimakkuutena 50 N. Kuvien kontrasti säädettiin optimaaliseksi ennen visuaalista tarkastelua.

Kolmannessa testissä tutkimme jäännöskuvaa. Testissä asetettiin 45 mm paksuinen PMMA-levy puoliksi kuvakenttään. Kuvaus suoritettiin täysautomaatilla, jolloin sekä kuvausjännite että virran ja ajan tulo säätyvät automaattisesti. Kuvista tarkasteltiin sekä mielenkiintoalueiden eroja silmämääräisesti että ImageJ ohjelmalla.

Neljännestä testistä teimme MTF-testilevyn avulla, jolloin kuvaus suoritettiin hilan kanssa ilman puristusta. Kuvauksessa käytettiin ensimmäisen ”kuvan tasaisuus” -testin arvoja siten, että 0.8 mm:n teräslevy asetetaan 3° kulmaan detektoriin nähden. MTF määritetään reunantarkastelumenetelmällä sekä vaaka- että pystysuunnassa kaikille viidelle eri annostasolle ImageJ:n COQ-lisäosan avulla.

Viidennessä testissä mittasimme valotusautomaatin toimintaa., jossa kuvattiin 25 mm, 50 mm ja 60 mm paksuiset akryylilevyt sekä puristuksen (50 N); että hilan kanssa. Laitte asetettiin täysautomaattitilaan, jolloin sekä kuvausjännite että virran ja ajan tulo määräytyvät automaattisesti. Annoksen määrittämiseksi annosmittari asetettiin 6 cm:n päähän detektorin etureunasta kuva-alan keskelle. Mitatuista annoksista laskettiin rauhaskudosannokset kirjallisen ohjeistuksen mukaisesti. Tällä testillä tarkistetaan laitteen valotusautomaatin toimivuus kuvattavan kohteen paksuuden vaihtuessa (ks. Toroi ym. 2014, viitattu 13.3.2020.)

4.4 Aineiston analysointi

Projektityöntekijät analysoivat otetut kuvat yhdessä havainnoimalla niitä röntgenkuvien katseluun tarkoitettulta näytöltä ja kirjaamalla ylös, mitä asioita kuvissa näkyi. Kuvien katseluun käytettiin Oulun ammattikorkeakoulun röntgenharjoitusluokassa olevaa 3 MP radiologisien kuvien katseluun tarkoitettua näyttöä, joka on diagnostinen- primäärinäyttö (ks. Ahosola 2016, Viitattu 22.11.2019). Pehmytkudostutkimuksissa kohteessa olevien muutosten kontrasti verrattuna muuhun kudokseen on matalampi kuin esimerkiksi luiden kuvantamisessa. Tämän vuoksi kuvankatseluun käytettävä näyttö ja katseluympäristö nousevat entistä tärkeämpään rooliin. Kuvia tulkitessa täytyi ottaa huomioon, että tilassa on mahdollista saada riittävän himmeä valaistus ja poissuljettua mahdollisia heijastuksia aiheuttavat asiat, kuten toiset näytöt tai kirkkaat valot. Käytettävien näyttöjen pinnan pölyisyys ja likaisuus on myös syytä tarkistaa ennen varsinaisen tulkinnan aloittamista (Leino 2017,12, 50). Oulun ammattikorkeakoulun röntgenharjoitusluokan tilassa, jossa radiologin työasema sijaitsee, ei ole ikkunoita ulos. Viereisestä tilasta on kulku tähän tilaan ilman suljettavaa ovea, mutta valaistusolosuhteet pystyttiin pitämään optimaalisina, kun myös viereisen tilan valaistustaso laskettiin tarpeeksi alas ja verhot pidettiin suljettuina. Valot ovat myös säädettävät ja valon heijastus saadaan suunnattua katon kautta. Tärkeimpinä kuvien arviointikohteina pidimme kuvan tasaisuutta ja erilaisen kontrastin omaavien kohteiden erottuvuutta kuvasta. Nämä asiat arvioitiin silmämääräisesti molempien projektityöntekijöiden toimesta. Lisäksi vertasimme otetuista kuvista saatuja parametrejä eri kuvausarvoilla.

4.5 ImageJ

Visuaalisen tarkastelun lisäksi otettuja kuvia analysoitiin ImageJ -ohjelmalla, joka on National Institutes of Health -järjestön luoma kuvankäsittelyohjelma ja työkalu, jolla voidaan tarkastella kuvanlaadun parametreja. ImageJ -ohjelma toimii Java-sovelluksella. Java sovellutus mahdollistaa ImageJ:n käyttämisen Linux-, MAC OS X., ja Windows käyttöjärjestelmillä. Ohjelmisto on ilmainen ja sillä on takanaan laaja kehittämis-, arvostelija- ja käyttäjäyhteisö. Se on myös nopein tällä hetkellä saatavissa oleva Javapohjainen kuvanlaadun tarkasteluun tarkoitettu ohjelma. ImageJ pystyy suodattamaan 2048 X 2048 kuvan 0,1 sekunnissa eli 40 miljoonaa pikseliä sekunnissa. (ImageJ kotisivut Viitattu 16.1.2020.)

ImageJ -ohjelmalla voidaan tarkastella kuvien harmaasävykäyrää ja harmaasävyskaalaa. Ohjelma antaa kuvalle stdDev-arvon, joka kertoo harmaasävyjen hajonnan kohteessa, johon vaikuttaa kohina eli signaalikohina-suhde (SNR). Kuvankäsittelytyökaluissa lasketaan automaattisesti harmaasävyasteitten määristä 'keskimääräinen arvo' (average value), joka määräytyy signaalin mukaan ja 'keskihajonta' (standard deviation), joka määräytyy kohinan mukaan. Röntgenkuvan laadun muuttuessa muuttuvat myös keskimääräinen arvo ja keskihajonta. (Busch 2004, 125-126.)

4.6 Dokumentointi

Kuvan tasaisuuden mittaamiseen käytettävät kuvat tarkasteltiin visuaalisesti ja kuvauksissa käytettävät annokset ja virran ja ajan tulot taulukoitiin seuraavasti.

TAULUKKO 2. Mittauksissa käytetyt annokset ja virran ja ajan tulot.

Annos (uGy)	Putkivirta (mAs)
33,4	4
50,1	6
99,0	12
131,6	16
205,9	25

ACR fantomilla otetut kuvat tarkasteltiin visuaalisesti samalta Oulun ammattikorkeakoululla olevalta primäärinäytöltä ja havainnot dokumentoitiin taulukkoon pitääksemme niiden tarkastelun nopeana ja helppona.

TAULUKKO 3. Kuvanlaatu ACR -fantomien avulla tarkasteltuna.

Kohde	25 kV	30kV	35kV
Sauvat	6	5	4
Pistejoukot	3	4	3
Pallot	5	4	4

Valotusautomaatin testaus kertoo laitteen valotusautomaatin toimivuudesta, kun kuvattavan kohteen paksuus vaihtelee (Toroi ym. 2014, viitattu 13.3.2020). Testi suoritettiin kolmea eri paksuista kohdetta esittävän fantomin avulla. Fantomien paksuudet olivat 25mm, 50mm ja 60mm. Jokaisessa kuvauksessa laitteen täysautomaattitoiminto käytti kuvausjännitteenä 34kV. Fantomeihin kohdistettiin tavanomainen 50 Newtonin suuruinen puristus. Laitteen tuottaman annoksen määrittämiseksi tässä testissä asetettiin kuvakenttään myös säteilymittari. Sen paikka oli määritelty samoin kuten Fyse Oy:n tekemässä vertailututkimuksessa eli kuuden senttimetrin päässä detektorin etureunasta ja kuva-alueen keskellä. Alla olevassa kuvassa on esitetty laitteen tuottamat annokset eri paksuisilla kohteilla mitattaessa. Mitatuista annoksista voidaan laskea rauhaskudosannokset säteilyturvakeskuksen ohjeen mukaisesti kaavalla $MGD = K_i \cdot g \cdot s \cdot c$, missä g on rauhaskudosannoksen konversiokerroin, joka huomioi säteilylaadun ja rinnan paksuuden, s on kerroin, joka huomioi käytetyn anodimateriaalin ja suodatuksen ja c kerroin, joka huomioi rinnan rauhaskudospitoisuuden. (Toroi ym. 2014, viitattu 3.5.2020.)

TAULUKKO 4. Valotusautomaatin toimintaa testattaessa saadut annokset.

Dose	Time	Half-value layer	Dose rate
2,281 mGy	162,3 ms	0,306 mm Al HVL	14,05 mGy/s
8,931 mGy	465,7 ms	0,331 mm Al HVL	19,18 mGy/s
15,02 mGy	683,4 ms	0,333 mm Al HVL	21,97 mGy/s

Jäännöskuvaa tutkittiin testillä, jossa asetettiin 45mm paksuinen akryylilevy puoliksi kuvakenttään, itse kuvaus suoritettiin laitteen täysautomaattitoiminnolla, jolloin sekä kuvausjännite, että virran ja ajan tulo säätäytyvät automaattisesti. Kuvista tarkasteltiin sekä mielenkiintoalueiden eroja silmämääräisesti että ImageJ -ohjelmalla prosentuaalisia kontrasteja vertaillen.

MTF -testikuvat otettiin ilman puristusta. Kuvaus suoritetaan käyttämällä ensimmäisen ”kuvan taseisuus” testin arvoja siten, että 0.8 mm:n teräslevy asetetaan 3° kulmaan detektoriin nähden. MTF määritetään reunantarkastelu menetelmällä sekä vaaka- että pystysuunnassa kaikille viidelle eri annostasolle ImageJ:n COQ-lisäosan avulla.

4.7 Oppaan toteutus

Yleensä terveystiedotuksessa halutaan painottaa hyvin asiakeskeistä lähestymistapaa. Oletuksena onkin, että ensimmäisenä tulee tieto ja vasta sen jälkeen kieli, muoto ja ulkoasu. Lukija kuitenkin hahmottaa kokonaisuuden parhaiten juuri päinvastoin, joten olisi parempi, että asia tulee vasta kielen, ulkoasun ja muodon jälkeen. (Niemi, Nietosvuori & Virikko 2006, 128.) Suunniteltaessa oppaan sisältöä on tärkeää, että selvitetään tarkasti oppaan käyttötarkoitus ja kohderyhmä. Ennen kaikkea kohderyhmän ominaisuudet määrittävät sen, mitä ja miten kirjoitetaan. (Mansikkamäki 2002, 166).

Projektin tuotoksena syntyi digitaalinen opas. Lopullinen versio on pdf tiedostomuotoinen, ja toteutettu Microsoft Word -ohjelmalla. Oppaassa on yksinkertaiset ja selkeät ohjetekstit ja siinä on käytetty havainnollistavia kuvia ja taulukoita. Lukijoiden mielenkiinnon herättämisen apuna on käytetty visuaalisia elementtejä elävöittämään tekstiä ja tehostamaan sanoman sisältöä lukijalle. Näitä elementtejä voivat olla esimerkiksi graafiset kuviot, kuvat ja värit. Olemme pyrkineet huomioimaan, etteivät visuaaliset efektit jää irrallisiksi palasiksi vaan ne tukevat tekstiä ja auttavat samalla lukijaa ymmärtämään sisältöä. (ks. Söderlund 2005, 271.) Suunnittelimme julkaisua yhteistyössä Innomentarium Oy:n kanssa, joten ulkoasuun liittyvissä seikoissa on otettu huomioon heidän näkemyksensä, kuten esimerkiksi käytetty heidän yrityksensä logoa. (Pohjola 2003, 159-160.) Ulkoasun ja rakenteen suunnitteluun osallistuivat molemmat projektityöntekijät ja sopivissa välivaiheissa tai mahdollisissa ongelmatilanteissa mietittiin ratkaisuja ohjausryhmän kanssa ja myös toimeksiantajan mielipiteet ja toiveet huomioitiin.

Oppaalle suunniteltiin alustava rakenne, johon sovitettiin itse kuvaamamme tilannekuvat jokaisen testin kohdalta ja arvioitiin sen jälkeen, mahdollisten havainnollistamiskeinojen tarve. Tämän niin sanotun raakaversion ollessa valmiina, pyysimme toimeksiantajan ja ohjausryhmän mielipiteitä yleisistä asioista, esimerkiksi värimaailmoista ja rakenteesta. Seuraavan version valmistuessa lähetimme tuotteen toimeksiantajan arvioitavaksi ja liitimme mukaan määrittelemiimme laatukriteereihin pohjautuvan kyselylomakkeen. Ennen seuraavan version valmistamista pyysimme myös yleiset mielipiteet ulkopuolisilta henkilöiltä, lähinnä oppaan ulkoasuun liittyen. Tämän jälkeen teimme oppaaseen tarpeellisiksi ja hyödyllisiksi todetut muutokset palautteiden pohjalta. Tätä kiertoa toistimme, kunnes kaikki osapuolet olivat tyytyväisiä lopputulokseen. Muutimme oppaan pdf muotoon, jolloin sitä voi käyttää joko digitaalisesti tai tarpeen mukaan myös tulostaa käyttäjilleen.

5 PROJEKTIN JA TUOTTEEN ARVOINTI

Hyvästä projektin loppuraportista löytyy selkeä arviointi siitä, miten hyvin projektin on saavuttanut sille asetetut tavoitteet (Rissanen 2002, 173). Arvioimme tätä projektia koko sen etenemisen ajan aina suunnittelun aloittamisesta raportin lopulliseen palautukseen asti. Projektin toteutuksen aikana teimme paljon itsearviointia, mutta etenkin ohjausryhmä oli mukana arvioimassa projektin suunnittelua ja edistymistä. Aloittaessamme oppaan tekemisen, käytimme myös ulkopuolisia arvioijia antamaan palautetta mm. ulkoasusta ja rakenteesta, jotta saamme useampia näkökulmia asiaan. Projektista syntyvän tuotteen laatukriteerit on määritelty liitteessä 1, jonka mukaan seurasimme ja arvioimme tuotteen valmistumista projektin edetessä sekä projektityöntekijöiden kesken, että yhteistyökumppanimme Innomentariumilta saamalla palautteella määriteltyihin laatukriteereihin pohjautuen.

5.1 Projektin arviointi

Projektiviestinnällä pyritään sellaiseen tiedon ja ajatusten vaihtamiseen projektityöntekijöiden ja muiden osapuolten välillä, että projektin tavoitteiden saavuttaminen on mahdollista eri tilanteissa. Tämä edellyttää, että projektiorganisaatiolla on käytössään toimiva viestintäjärjestelmä. Viestintä on projektissa samaan aikaan arvokas voimavara ja välttämätön tekijä, jotta projektin muut osiot saadaan hyödynnettyä tehokkaasti. (Ruuska 2006, 177.)

Tässä työssä projektityöntekijöiden välisen viestinnän keskeisin tekijä oli olla nopeaa ja vaivatonta. Tähän tarkoitukseen ehdottomasti paras vaihtoehto oli WhatsApp -sovellus, jolla viestiminen on vaivatonta. Kaikki viestit ja mediat tallentuvat myöhempää tarkastelua varten, mikä on hyvin kätevää silloin, kun projektityöntekijät työskentelevät saman osion parissa eri aikoihin. Viestintä projektin muiden osapuolten, ohjausryhmän ja toimeksiantajan välillä tapahtui enimmäkseen sähköpostitse, mutta myös tapaamisissa ja opinnäytetyöpajoissa. Totesimme välttämättömyydeksi, että projektin materiaalit ovat kaikkien projektin osapuolien saatavilla, tämän toteuttamiseksi yksinkertaisin ja selkein tapa on verkkoprojektikansio. (Silfverberg 2007, 105.) Loimme heti projektin alussa Oulun ammattikorkeakoulun tarjoamaan Microsoftin OneDrive pilvipalveluun

oman kansionsa tälle opinnäytetyölle, joka voitiin kokonaan tai vain joitain sen sisältämiä tiedostoja jakaa projektin osapuolten kesken. Pilvipalvelu tarjoaa myös turvallisen tallennuspaikan projektiin liittyville dokumenteille, sillä tiedostot ovat noudettavissa sieltä millä tahansa laitteella.

Kustannusarvio saadaan laskettua hinnoittelemalla projektiin tarvittavat panokset, (Silfverberg, Viitattu 4.4.2020). Todellisuudessa opinnäytetyöprojektissa ei liiku raha lainkaan. Opinnäytetyön projektiryhmä ei saa korvausta ajastaan, työnohjauksesta vastaavat opettajat saavat työstään korvauksen työnantajaltaan Oulun ammattikorkeakoululta. Yhteistyökumppanimme ei saavuta suoraa taloudellista hyötyä eikä haittaa projektin tekemisestä. Taulukon (Liite 2) tarkoituksena onkin havainnollistaa, kuinka paljon rahaa projektin toteuttamiseen kuluisi, mikäli se toteutettaisiin omaraioisesti. Usein projektin toteuttamiseen vaadittava rahasumma voi yllättää tutkijan, ja onkin hyvä pohtia kulukaavion avulla menoja jo ennen projektin aloittamista. Tällöin voidaan jo ennakoivasti vähentää kuluja. Projektissamme kuluja vähennettiin esimerkiksi minimoimalla matkakuluja. Koska toinen projektiryhmäläisistä asui suurimman osan projektin toteutusajasta Joensuussa ja työ toteutetaan pääsääntöisesti Oulussa, oli toimivista digiyhteyksistä suuri apu turhien matkakulujen säästämiseen.

Riskianalyysiä tehdessä pyrimme mahdollisimman hyvin arvioimaan projektin riskiherkkyyttä ja mahdollisten riskien todennäköisyyttä. Projektin onnistumiseen vaikuttaa aina myös ulkoisia tekijöitä projektin itsensä lisäksi. Muutokset ulkoisissa tekijöissä voivat olla riskejä projektin etenemiselle ja onnistumiselle. (Silfverberg, Viitattu 4.4.2020.) Tämän opinnäytetyöprosessin aikana ehdottomasti suurin riski projektin toteutumiselle ja etenemiselle oli aikataululliset seikat. Yhteisen työskentelyajan löytäminen projektityöntekijöiden kesken erilaisissa elämäntilanteissa oli jatkuvasti haasteellista. Projektin aikataulu jouduttiinkin suunnittelemaan uudestaan useampaan kertaan. Suurelta osin aikataulu venyi projektityöntekijöistä johtuvista syistä, mutta lopulta myös koko opinnäytetyöprosessin tyylin muuttaminen kvantitatiivisesta tutkimuksesta toiminnallisen tuotteen luomiseen viivästytti aikataulua entisestään aiheuttamalla ylimääräistä työtä.

Alun perin työ suunniteltiin valmistuvaksi joulukuuhun 2019 mennessä, mutta jo syksyn 2019 aikana totesimme, että tästä tavoitteesta tulemme myöhästymään. Lopullisessa aikataulussa projektin ja tuotteen valmistuminen ajoitettiin huhti-toukokuulle 2020. Mahdollisia, mutta huomattavasti epätodennäköisemmiksi riskeiksi määrittelimme esimerkiksi toisen projektityöntekijän vakavan sairastumisen tai suurelta elämän mullistuksen, joka veisi aikaa ja keskittymiskykyä projektin suhteen.

Epätodennäköisenä riskinä pidimme projektin keskeyttämistä kokonaan projektityöntekijöiden välikon tai muun vastaavan vakavan tapahtuman takia. Projektin riskiarviotaulukko löytyy liitteestä 3

5.2 Tuotteen arviointi

Tuotteen lopullisen version korkean laadun saavuttaminen vaatii järjestelmällisyyttä ja usein myös jotain tiettyä menetelmää, jota noudattaa projektin aikana. Jotta laatua voidaan arvioida, on ensin määriteltävä kriteerit halutulle laatutasolle. (Karlsson & Marttala 2001, 22, 72.) Oppaan laatukriteerit on taulukoitu liitteessä 1. Opinnäytetyöhön pyrittiin löytämään mahdollisimman tuoreita ja luotettavia lähteitä varmistamaan mahdollisimman korkea laatu. Niiden lisäksi hyödynsimme Innomentarium Oy:n näkemyksiä oppaan käytännöllisyyteen ja ulkoasuun liittyen, koska heidän käyttöönsä opas on esisijaisesti suunnattu.

Innomentarium Oy:n työntekijät täyttivät laatimamme laadunarviointi kaavakkeen (Liite 4), johon saamiemme vastausten perusteella kehitimme tuotteen sen hetkistä versiota paremmaksi ja etenkin Innomentariumin toiveet huomioiden. Saimme heiltä hyvin rakentavaa palautetta, jonka perusteella oli hyvä korjata ja muuttaa joitakin asioita vielä ennen lopullisen version julkaisemista. Pääsääntöisesti he arvioivat oppaan hyväksi tuotteeksi, mutta joitain asioita olisi voinut tehdä toisella tavalla tai syvällisemmin.

” Kuvia oli käytetty mikä on oikein hyvä ja havainnollistava. Kuvia olisi voinut kuitenkin olla enemmänkin etenkin ImageJ:n käytöstä.”

” Kaikki testit oli sisällytetty oppaaseen suunnitelman mukaisesti. Olisiko kuitenkin myös oppaassa voinut avata millä perusteella esim. käytetyt kuvausarvot on avattu”

Oman arviomme mukaan tekemämme opas oli pääsääntöisesti hyvin onnistunut. Onnistuimme hyvin tekemään oppaan ulkoasusta selkeän ja tarkoitukseensa sopivan. Havainnollistamiseen kuuluu viestin houkuttelevuus kiinnostavuus ja ymmärrettävyys (Niemi, Nietosvuori & Virikko 2006, 128.) Oppaassa käyttämämme kuvat toimivat havainnollistavina elementteinä niin kuin

olimme suunnitelleetkin. käyttämämme kuvat olivat itse testaus tilanteessa ottamiamme, mikä mahdollisti, että ne esittävät juuri sitä asiaa kuin oppaan kannalta on tarpeellista. Kuvia olisi voinut olla vieläkin enemmän ja yksityiskohtaisemmista tilanteista, mutta yllättäen muuttuneiden suunnitelmien ja vallitsevan maailman tilanteen vuoksi, emme pystyneet enää hankkimaan niitä lisää. Oppaan rakenteesta tuli selkeä ja loogisesti etenevä kokonaisuus, kuten määrittelemisemme laatukriteereissä toimme esille sen tavoitteeksi. Kaiken kaikkiaan opas noudattelee hyvin sitä laatukriteeristöä, jonka sille määrittelimme suunnittelu vaiheessa (ks. liite 1).

Toisaalta oppaasta jäi sellainen olo, että siitä olisi halunnut tehdä syvällisemmin aiheeseen painutuvan, mutta se olisi vaatinut huomattavasti laajemman työn. Siitä syystä tämä onkin mainittu jatkokehitys ideana oppaamme pohjalta. Lisäksi ImageJ ohjelmiston käyttöön perehtyminen jäi hyvin pinnalliseksi ja sitä olisi voinut tuoda tarkemmin esille tässäkin oppaassa.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön alkuperäinen idea syntyi lokakuussa 2018 opettajamme toimesta, mutta aiheena oli alun perin tehdä vertaileva tutkimus kuvanlaadusta Innomentarium Fenixin ja jonkin sellaisen detektorin välillä, jonka tilalle Fenix mahdollisesti olisi tulossa myöhemmin. Tätä ideaa ehdittiinkin työstää jo melko pitkälle, kunnes teknisten ongelmien vuoksi emme saaneet käyttöömmä vertailtavaa detektoria ja jouduimme muuttamaan aihetta niin, että saisimme työstä mahdollisimman suuren hyödyn irti, pitäen kuitenkin pohjana jo alkanutta yhteistyökumppanuutta Innomentariumin kanssa. Lopulta päädyimme tämän oppaan tekemisen, koska se oli hyvä lähteä rakentamaan jo hankitun tietoperustan ja Fenix digitalisaatio ratkaisuun perehtymisen pohjalta.

Projektin suunnittelun alkuvaiheesta lähtien kävi ilmi, että todellakin joutuisimme perehtymään sellaisiin hyvinkin syvällisiin ammattialamme asioihin, joihin ei ollut koulussa paneuduttu. Myöskään mammografiatutkimusten harjoittelujakso ei antanut tässä työssä vaadittavalle tekniselle osaamiselle kauheasti pohjaa, joten perehtymistä riitti runsaasti, ennen kuin oikeastaan tajusi, mitä oli tekemässä. Projektin edetessä lähes kaikki alkuperäiset ajatukset ja suunnitelmat kokivat joko pienempiä tai suurempia muutoksia, mikä aiheutti päänvaivaa varsinkin projektityöntekijöille, kuin myös ohjausryhmälle ja yhteistyökumppanillekin osansa.

Oppaan tarkoitus oli tulla alun perinkin alan ammattilaisten käyttöön, mutta siitä huolimatta se on pyritty tekemään mahdollisimman selkokieliseksi käyttäjän mahdollisimman helppoa etenemistä varten. Tämä konkretisoitui siinä vaiheessa, kun itse olimme tekemässä oppaassa kuvattuja testejä ja pitkästä asiaan perehtymisestä huolimatta testien suorittamiseen kului aikaa yllättävän paljon selvitellessä erilaisia pieniä yksityiskohtia testien suorittamiseen liittyen.

Meille tämän projektin tekeminen opetti yllättävänkin paljon asioita, niin oman alan erityistietoja, kuin yleisemmin projektityöskentelystä saatua kokemusta. Tämän projektin jäljiltä perehtyneisyytemme kuvanlaatuun vaikuttaviin asioihin on selvästi paremmalla tasolla kuin aikaisemmin. Projektin aikana erilaisia tietolähteitä etsiessä tuli myös samalla opittua asioita mammografiakuvantamiseen ja laadunvarmistuksessa huomioitaviin asioihin liittyen.

Projektityöskentely oli molemmille projektityöntekijöille uusi kokemus. Osasimme kuitenkin suunnitteluvaiheessa arvioida projektin kustannukset aika tarkasti sellaisina kuin ne toteutuivatkin. Eniten päänvaivaa aiheutui aikataulujen pitämisestä, mikä toisaalta välillisesti johtui virheellisesti arvioiduista työmääristä sekä ennalta arvaamattomista suunnitelmien muutoksista. (ks. Kettunen 2003, 37.) Projektin aikana yhteydenpito projektityöntekijöiden, ohjausryhmän ja toimeksiantajan välillä sujui muuten vaivattomasti, mutta välimatka projektityöntekijöiden välillä oli ajoittain pieni haaste. Puhelimen välityksellä pidetyt palaverit olisivat voineet olla tehokkaampia ja spontaanimpia kaikkien fyysisesti läsnä ollessa.

Tuote on suunniteltu tulevaksi Innomentarium Oy:n käyttöön ja mitä todennäköisimmin myös heidän asiakkaidensa ja potentiaalisten asiakkaiden käyttöön. Oppaasta on tehty kuitenkin alkuperäisen suunnitelman mukaan sellainen, että sitä voi soveltaa kuka tahansa, joka haluaa tutkia detektorin tuottamaa kuvanlaatua, eikä se ole myöskään laite sidonnainen vaan on käytettävissä muissakin kokoonpanoissa, kuin tämän projektin pohjana olevassa Innomentarium digitalisaatoratkaisussa.

Jatkokehitysideana tälle projektille voisi olla vastaavista kuvanlaatuusteistä kerättyjen tuloksien tarkempi analysointi ja opas ImageJ ohjelman käyttämiseen kuvien analysoinnissa. Lisäksi tämän projektin tuotteena syntynyttä opasta käyttäen voisi suorittaa kvantitatiivisen tutkimuksen eri tekniikalla toimivien mammografia detektorien kuvanlaadun vertailusta, esimerkiksi jonkin laitteen vanhan detektorin ja Fenix detektorin välillä.

LÄHTEET

Ahosola, M. 2016 Diagnostisten näyttöjen laadunvarmistusprosessin kehittäminen. Viitattu 22.11.2019 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/106827/Ahosola_Martti.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

American college of radiology 2018, ACR Digital Mammography Phantom Scoring Key, Viitattu 5.4.2020. <https://www.acraccreditation.org/-/media/ACRAccreditation/Documents/Resources/DMQC/Digital-Mammography-Phantom-Scoring-Key.pdf?la=en>.

Aro, AR., Pilvikki Absetz, S., Van Elderen, T.M., Van der Ploeg, E. & Van der Kamp, L.J. 2005 False-positive Findings in mammography screening induces short-term distress – breast cancer-specific concern prevails longer. Viitattu 12.12.2019, <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0959804900000654?token=E60C5FB9239CFC6843A0058EF3AD5C4C30D6BF3DAFF614088FF1CEFBB781B73D94120B78843CC1DBD9A1A8B67BD31CCE>.

Barkhausen, J., Rody, A & Schafer F. 2015 Digital Breast Tomosynthesis: Technique and Cases.

Busch, H.P., Schilz, C., Decker, Chr & Busch, S. 2004. Image Quality and Dose Management for Digital Radiography. Dimond 3 Final Report. https://www.researchgate.net/profile/Clemens_Schilz/publication/237494617_Image_Quality_and_Dose_for_Digital_Projection_Radiography/links/544f59540cf2bca5ce90e320.pdf.

Chevalier, M., Da Silva, T., Leyton, F., Nogueira Tavares, M., Oliveira, M & Peixoto, J E. 2012. Image Quality Requirements for Digital Mammography in Breast Cancer Screening Viitattu 13.3.2020 <https://www.intechopen.com/books/imaging-of-the-breast-technical-aspects-and-clinical-implication/quality-requirements-of-image-in-digital-mammography-for-breast-cancer-screening>.

Dean, P. 2005. Rintojen kuvantaminen. Teoksessa S. Soimakallio, L. Kivisaari, H. Manninen, E. Svedström, O. Tervonen (toim.) Radiologia. 1. painos. Porvoo: Werner Söderström Osakeyhtiö. 239-258.

Fauber, T. 2013. Radiographic imaging & exposure. 4.painos. St. Louis, Mo: Elsevier Mosby, cop.

Fyse Oy 2018. Raportti mammografialaitteiden teknisestä vertailusta.

Garvin, D. 1988. Managing Quality: The Strategic and Competitive Edge. New York: Simon and Schuster.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara P. 2013. Tutki ja kirjoita. 15-17., uudistettu painos. Porvoo, Bookwell Oy.

ImageJ Kotisivut. Viitattu 16.1.2020. <http://rsbweb.nih.gov/ij/features.html>.

Jurvelin, J. 2005b. Röntgenkuvaus. Teoksessa S., Soimakallio, L., Kivisaari, H., Manninen, E. Svedström & O Tervonen. (toim.) Radiologia. Helsinki: WSOY, 32–43.

Joe, B. 2015. Advances in Breast Imaging: Mammography and much more. San Francisco Medicine, Vol. 88, No. 2, March 2015.

Jyväskylän yliopisto. Laatusanastoa. Sisäinen lähde. Viitattu 21.03.2019, <https://www.jyu.fi/yliopistopalvelut/laatu/ohjaus/laatusanastoa>.

Järvinen, H., Karppinen, J., Komppa, T., Miettinen, A., Nieminen, K., Parviainen, T., Pirinen, M., Tenkanen-Rautakoski, P., Tapiovaara M., Toroi P., Kortensniemi, M., Kuusela, K., Laarne, P., Nieminen, M., Muotio, P. & Reponen J. Terveysthuollon röntgenlaitteiden laadunvalvontaopas. <https://www.stuk.fi/documents/12547/718600/STUK-tiedottaa-2-2008.pdf/eff89f1a-38cb-4c98-811b-65191f601c0b>.

Järvinen, H., Parviainen, T., Pirinen, M. & Tapiovaara M. & Toroi, P. Mammografialaitteiden laadunvalvontaopas 2014, Viitattu 17.3.2020 <https://www.stuk.fi/documents/12547/718600/STUK-opastaa-mammografia-14052014.pdf/0c8a1a1e-7290-49ad-8bbd-8f9e6003a06c>.

Karlsson, Å. & Marttala, A. 2001. Projektkirja – Onnistuneen projektin toteuttaminen. Tampere.

Kettunen, S. 2003. Onnistu projektissa. Helsinki: WSOY.

Koponen, T., Dekorointimenetelmien soveltuvuus kolmiulotteisille pinnoille, Metropolia Ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikka, Insinöörityö, Kevät 2012, Viitattu 7.5.2020 <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/41293/Dekoroin.pdf?sequence=1>

Kröger, J., & Näätänen, S., Jännitteen ja hilan vaikutus taulukuvailmaisimella ja kuvalevyllä tuotettujen röntgenkuvien kuvan laatuun. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Radiografian- ja sädehoidon tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö, Kevät 2011. Viitattu 7.5.2020. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/25946/Kroger_Jenni.pdf?sequence=1

Lanca, L. & Silva, A. 2008a. Digital radiography detectors – A technical overview: Part 1. Radiography 15 (1), 58–62.

Lanca, L. & Silva, A. 2008b. Digital radiography detectors – A technical overview: Part 2. Radiography 15 (2), 134–138.

Lança, L. & Silva, A. 2013. Digital imaging systems for plain radiography. New York. Springer. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-1-4614-5067-2.pdf>.

Lawinski, C., Mckenzie, A., Cole, H., Blake, P. & Honey, I. 2005. Digital detectors for general radiography. A comparative technical report. KCARE reports 05078, 5–6.

Leino, A. 2017. Radiologisten kuvien katseluun käytettävien näyttöjen laadunvalvonta. Tampere
Lepikonmäki, H. 2012 Mammografian laadunvarmistus Hatanpään Rintaklinikalla. Sädeturvapäivät. Tampere.

Mansikkamäki, T. 2002. Ammatillaiset mediassa. Teoksessa Torckola, S. Terveystiedettä. Helsinki, Kustannusosakeyhtiö Tammi, 163-177.

Marsh, D. & Malone, J. 2001. Methods and materials for the measurement of subjective and objective measurements of image quality. Radiation Protection Dosimetry 94 (1-2), 37–42. Viitattu 19.1.2020, <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.rpd.a006476>.

- Matikka, H. 2013. Digitaalisen natiivikuvauksen perusteet. Sädeturvapäivät. Tampere.
- Murphy, A. & Nadrljanski, M. 2020 Anode. <https://radiopaedia.org/articles/anode-1>
- Mustajoki, P. & Kaukua, J. 2008. Mammografia. Duodecim. Viitattu 19.1.2019, http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk04100.
- Niemi, T., Nietosvuori, L. & Virikko, H. 2006. Hyvinvointialan viestintä. Helsinki: Edita.
- Nieminen, M. 2009. Mammografian laadunvalvonta, Sädeturvapäivät, 72-76.
- Papp J. 2019. Quality management in the imaging sciences. Sixth edition. St. Louis, Missouri: Elsevier.
- Pisano E., Kuzmiak C., Yaffe M. & Yaffe M. 2004 Digital mammography, Philadelphia Lippincott Williams & Wilkins.
- Pohjola, J. 2003. Ilme. Visuaalisen identiteetin johtaminen. Helsinki: Inforviestintä Oy.
- PPSHP, Mammografia. <https://www.ppsHP.fi/Toimipaikat/Kuvantaminen/Tietoa-tutkimuksista/Sivut/Mammografia.aspx>.
- Rissanen, T. 2002 Projektilla tulokseen – projektin suunnittelu, toteutus, motivointi ja seuranta. Jyväskylä, Gummerus kirjapaino Oy.
- Rissanen, T. & Dean, P. 2017 Kliininen radiologia, Rinnan kuvantamismenetelmien perusteet ja käyttöalueet, Sisäinen lähde Duodecim. viitattu 17.1.2019 <https://www.oppiportti.fi/op/krd00903/do#s1>.
- Ruuska, K. 2006 Terveysthuollon projektinhallinta – mallit, työkalut, ihmiset. Helsinki, Talentum.
- Silfverberg, P. Ideasta projektiksi – projektinvetäjän käsikirja, Viitattu 17.3.2020. http://www.helsinki.fi/urapalvelut/materiaalit/liitetiedostot/ideasta_projektiksi.pdf.

Silfverberg, P. 2007. Ideasta projektiksi. Projektityön käsikirja. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H. & Svedström, E. 2005. Digitaalinen kuvankäsittely. Teoksessa O. Tervonen (toim.) Radiologia. Helsinki: WSOY.

Syöpäsäätiö, Kaikki syövästä, rintasyöpä 17.3.2020, <https://www.kaikkisyovasta.fi/tietoa-syovasta/syopataudit/rintasyopa/#rintasyovan-toteaminen-ja-tutkimukset>.

Söderlund, L. 2005. Asiantuntija visuaalista. Teoksessa M. Karhu, L. Salo-Lee, J. Sipilä, M. Selänne, L. Söderlund, T. Uimonen, & P. Yli-Kokko Asiantuntija viestii. Ajatuksesta vaikutukseen. Helsinki: Inforviestintä Oy, 271-294.

Tapiovaara, M., Pukkila, O. & Miettinen, A. 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Teoksessa O. Pukkila, (toim.) Säteilyn käyttö. Helsinki: Säteilyturvakeskus. 13-171.

Tapiovaara, M., Pukkila, O. & Miettinen, A. 2004. Röntgensäteily Diagnostiikassa. Teoksessa O. Pukkila, (toim.) Säteilyn käyttö. Hämeenlinna: Karisto. 24–86.

Tekijänoikeuslaki 8.7.1961/404

Terveyden- ja hyvinvoinninlaitos 2018, Syöpäseulonnat paljastivat vuonna 2016 peräti 2 000 uutta rintasyöpätapausta. Viitattu 23.2.2020. <https://thl.fi/fi/-/syopaseulonnat-paljastivat-vuonna-2016-perati-2-000-uutta-rintasyopatapausta>.

Van Engen, R., Bosmans, H., Heid, P., Lazzari, B., Schopphoven, S., Thijssen, M., Young, K. 2011, Supplement to the European Guidelines fourth edition. Viitattu 15.3.2020 www.euref.org/downloads?download=45:Supplement%20phys-techn%20protocol%204th%20edition%20Guidelines%20version%201.0%20website%20EUREF.pdf

LIITTEET

LAATUKRITEERIT

LIITE 1

Laatuvaatimus	Kriteeri	Miten huomioidaan oppaassa
Tehokkuus	Helposti sisäistettävät tiedot.	Selkeä kirjoitusasu ja hyvin perustellut tiedot.
Luotettavuus	Luotettavat tietolähteet.	Perustuu tutkittuun tietoon, joka hankitaan luotettavista lähteistä.
Yhdenmukaisuus	Ei ristiriitaisuuksia, Opas etenee järkevästi.	Looginen järjestys ja helposti ymmärrettävää tekstiä.
Ominaisuudet	Luotettavat, tarpeelliset ja ajantasaiset tiedot.	Opas sisältää tärkeimmät ja oleellisimmat tiedot.
Käyttökelpoisuus	Käyttäjälähtöisyys ja tilaajan tarpeisiin sopiva.	Sisältö kootaan ajatellen tulevia testien suorittajia.
Kestävyys	Paikkansa pitävät ja tuoreet tiedot.	Oppaaseen otetaan tuoreimmat saatavilla olevat tiedot.
Estetiikka	Siisti ulkoasu, joka toimii käyttötarkoitukseensa.	Oppaan ulkoasu tehdään mahdollisimman selkeäksi ja huomioidaan toimeksiantajan toiveet.

KUSTANNUSARVIO

LIITE 2

Kustannustyyppi	Suunnitelma	Toteuma
Projektiryhmä: (10€/h)		
Sami Stefanius	400h = 4000€	400h = 4000€
Ville Vahtola	400h = 4000€	400h = 4000€
Työnohjaus: (45€/h)		
Anja Henner	8h = 360€	8h = 360€
Anneli Holmström	7h = 315€	7h = 315€
Toimeksiantaja: (40e/ohjaus)	3x ohjaus = 120€	3x ohjaus = 120€
Innomentarium Oy		
Matkakulut	2hlö koululle, 2x 3,5€	1hlö koululle 3,5€ 1hlö koululle Joensuusta 80€
YHTEENSÄ	8802€	8878,5€

Riskin laatu			
Todennäköinen	Omassa aikataulussa pysyminen	Yhteistyökumppanin aikataulut	
Mahdollinen	Projektityöntekijöiden sairaus	Projektityöntekijöiden elämänmullistus	Laitteiden tekniset ongelmat
Epätodennäköinen	Projektityöntekijöiden välikko	Projektin keskeyttäminen	

LAATUKYSELY

Innomentarium Fenix
Opas kuvanlaadun testaamiseen

Hei!

Kiitos, että vastaat kyselyymme. Vastaukset antavat meille tietoa opinnäytetyömme laadusta. Merkitse parhaiten sopiva vaihtoehto X merkillä vaihtoehdon perään. Vastauksia käytetään oppaan kehittämiseen. Varaa aikaa vastaamiseen noin 5 minuuttia.

Oppaan ulkoasu

Millaiseksi arvioisit oppaan ulkoasun?

- Erinomainen _____
- Hyvä _____
- Kohtalainen _____
- Huono _____

Kommentteja tai parannusehdotuksia?

Oppaan sisältö

Tiedon asianmukaisuus

Erinomainen _____
Hyvä _____
Kohtalainen _____
Huono _____

Tekstin selkeys ja ymmärrettävyys

Erinomainen _____
Hyvä _____
Kohtalainen _____
Huono _____

Kuvat tukevat tekstiä

Erinomainen _____
Hyvä _____
Kohtalainen _____
Huono _____

Oppaan looginen eteneminen

Erinomainen _____
Hyvä _____
Kohtalainen _____
Huono _____

Oppaan käytettävyys

Erinomainen _____
Hyvä _____
Kohtalainen _____
Huono _____

Yleistä palautetta tai kehitysehdotuksia

Kiitos