

# **SÄTEILYSUOJELUOPAS HEVOSKUVAAKSIIN**

Jouni Norman

Petra Ollila

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

---

Tekijät: Jouni Norman ja Petra Ollila  
Opinnäytetyön nimi: Säteilysuojeluopas hevoskuvauksiin  
Työn ohjaajat: Anja Henner ja Aino-Liisa Jussila  
Työnvalmistumislukukausi ja – vuosi: syksy / 2010

Sivumäärä: 31+2

---

Eläinten kuvantaminen on lisääntynyt vuosi vuodelta. Suomessa tehdään yli 100 000 eläinröntgentutkimusta vuosittain. Näistä suurin osa koskee pieneläimiä, kuten kissoja ja koiria. Kasvanut hevoscanta on lisännyt tutkimusten määrää, joten hevosten kuvaaminen on lisääntynyt. Säteilylain (1991/592) tarkoituksena on varmistaa säteilyn turvallinen käyttö ja rajoittaa säteilyn liittyvät terveydelliset haitat. Eläinlääketieteessä noudetaan samoja lakeja ja säädöksiä, koska ihminen on aina mukana eläinten kuvauksissa.

Teimme ammattikorkeakoulun opintoihin liittyvänä opinnäytetyönä tuotekehitysprojektin. Sen aiheena oli opas säteilyltä suojautumiseen hevoskuvauksissa yhteistyössä Onemedin ja Oulun hevosklinikan kanssa. Hevosten kuvauksia tehdään päivittäin ja käytetyt kuvausarvot ovat isoja. Kuvauksissa joudutaan useimmiten käyttämään kiinnipitäjiä ja avustajia, jotka altistuvat säteilylle. Tämän vuoksi on tärkeä huolehtia avustajien ja kiinnipitäjien säteilyturvallisuudesta.

Projektin alkuvaiheessa tutustuimme aiheeseen kirjallisuuden ja tutustumiskäyntien avulla. Tietoperustana käytimme muun muassa säteilylainsäädäntöä, erilaisia artikkeleita ja tutkimuksia turvallisuuskulttuurista. Tekemämme tuotekehityssuunnitelman pohjalta valmistimme lopullisen tuotteen. Pyrimme tekemään oppaasta selkeän ja asiasisältöltään helposti ymmärrettävän. Sen tarkoituksena on antaa tietoa säteilystä ja siltä suojautumisen tärkeydestä hevosklinikoiden työntekijöille. Käytimme oppaassa paljon asiaa selventäviä valokuvaajan ottamia valokuvia. Valmiin oppaan painatimme paperiseen muotoon kirjapainossa.

Pyysimme Oulun hevosklinikan työntekijöitä tutustumaan oppaamme asiasisältöön syksyllä 2010. Saatujen palautteiden perusteella tuottemme asiasisältö on ymmärrettävää, loogista ja käytännön läheistä. Valmiin tuotteen luovutimme Oulun hevoslinikalle ja Onemedille loppuvuodesta 2010. Jatkossa Onemed voi laiteostojen yhteydessä antaa tekemämme oppaan hevosklinikoiden työntekijöille.

---

Asiasanat: Säteilysuojelu ja –turvallisuus, eläinröntgen, säteilyopas, säteilyaltistusta kuvaavat suureet

# ABSTRACT

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

---

Authors: Jouni Norman and Petra Ollila

Thesis title: Radiation protection guide for horse

Thesis supervisors: Anja Henner and Aino-Liisa Jussila

Term and year of thesis completion: Autumn / 2010

Number of pages: 31+2

---

Imaging of animals has increased year after year. The estimated number of animal radiographies exceeds 100,000 cases in Finland per year. A large proportion of these concerns small animals, such as cats and dogs. The expanded stock of horses has increased the number of examinations, which also signifies multiplied horse radiographies. The purpose of the Radiation Law (1991/592) is to ensure safe use of radiation and limit the health hazards related to radiation. The same laws and decrees are followed in veterinary medicine, because people are often involved in animal radiographies.

We carried out a product development project as a student thesis affiliated with our studies at the University of Applied Sciences. The theme was to create a guide for protection against radiation to be used in horse radiography. The guide was designed in collaboration with Onemed and Oulu Horse Clinic. Radiography examinations on horses are conducted daily, and the radiation values being used are high. Usually horse restrainers and assistants have to be used in the radiographies, and these people are exposed to radiation. That is why it is important to take care of the assistants' radiation safety.

In the early stages of the project, we acquainted ourselves with the topic through literature and introductory visits. Our basis of data consisted among other things of laws on radiation, various articles, and studies on the culture of safety. The final product was prepared according to a product development plan of our own design. The aim was to make the guide clear and easily comprehensible regarding the factual content. The purpose of the guide is to provide employees of horse clinics with information about radiation and the importance of protection against it. The finished guide was printed in paper form at a printing house.

We asked the personnel of Oulu Horse Clinic to familiarise themselves with the content of our guide in autumn 2010. According to the feedback we received, the content is understandable, logical and practicable. We presented the finished product to Oulu Horse Clinic and Onemed in late 2010. In the future, Onemed can distribute our guide to horse clinic employees in conjunction with equipment purchases.

---

Keywords: Radiation protection and safety, veterinary radiography, radiation guide, quantities representing exposure to radiation

## SISÄLTÖ

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

1 TUOTEKEHITYS PROJEKTIN TAUSTA JA TAVOITTEET .....	5
2 TUOTEKEHITYSPROJEKTIN SUUNNITTELU.....	8
2.1 Projektiorganisaatio .....	8
2.2 Tuotekehitysprojektin päätehtävät.....	10
3 TURVALLINEN SÄTEILYN KÄYTTÖ HEVOSTEN KUVANTAMISESSA.....	12
3.1 Ionisoivan säteilyn käytön turvallisuuslupa.....	12
3.2 Säteilyaltistuksen optimointi hevosten kuvauksissa.....	13
3.3 Hevosklinikoiden kuvaustilojen suojausvaatimukset ja varoitusmerkinnät .....	15
3.4 Henkilökunnan ja saattajien suojaus.....	17
3.5 Säteilyn aiheuttamat haittavaikutukset ja keskeiset suureet ionisoivan säteilyn käytössä.....	18
3.6 Kiinnipitäjien ja avustajien suojaaminen.....	18
4 TUOTEKEHITYSPROJEKTIN TOTEUTUS.....	21
4.1 Aiheeseen perehtyminen.....	21
4.2 Tuotteen tekeminen .....	21
4.2.1 Säteilyoppaan ulkoasun laadinta.....	22
4.2.2 Säteilysojeluoppaan tekstin ja asiasisällön laadinta.....	22
4.3 Projektin päättäminen .....	23
5 TUOTEKEHITYSPROJEKTIN ARVIOINTI.....	24
6 POHDINTA .....	26
7 LÄHTEET	
LIITTEET	

# 1 TUOTEKEHITYS      PROJEKTIN      TAUSTA      JA TAVOITTEET

Hevosten kuvantamisessa noudatetaan samoja lakeja ja asetuksia kuin ihmisten kuvantamisessa. Säteilylain (1991/592) tarkoituksena on turvata säteilyn turvallinen käyttö ja rajoittaa sekä estää terveydellisten haittojen syntymistä. Laki koskee kaikkea säteilyn käyttöä ja toimintaa missä ihminen voi altistua säteilylle.

Eläinten kuvantaminen on lisääntynyt vuosi vuodelta. Suomessa tehdään yli 100 000 eläinröntgentutkimusta vuosittain. Näistä suurin osa koskee pieneläimiä, kuten kissoja ja koiria. Kasvanut hevuskanta on lisännyt tutkimusten määrää, joten hevosten kuvaaminen on lisääntynyt. (Eläinröntgentutkimukset 2009.) Eläimet ovat nykyään ihmisille tärkeitä ja niiden hyvinvointiin ollaan valmiita panostamaan suuria määriä rahaa. Murtumalinjojen ollessa hyvin paikallaan jalassa ei välttämättä näy päällepäin muutoksia. Murtuman toteamista varten hevosesta on otettava natiivi kuva. Hiusmurtumat ja raajan yläosien murtumat saattavat olla vaikeita diagnosoida. Tällöin diagnoosiin pääsemiseksi voidaan tarvita isotooppi tutkimusta. (Palhovuo 2009, 21–22.) ICRP:n julkaisun 103 mukaan säteilysuojelussa on alettu kiinnittämään huomiota enemmän myös eläimiin. (Valentin 2007, 133-135).

Olemme omakohtaisesti kiinnittäneet huomiota vaihteleviin säteilysuojelullisiin toimintatapoihin. Tämän vuoksi katsoimme tarpeelliseksi suunnata opinnäytetyömme hevosklinikkoille, joissa yhdestä hevosesta saatetaan ottaa kerralla jopa 50 kuvaa. Tällöin säteilysuojelun merkitys korostuu, koska kiinnipitäjä altistuu suurelle määrälle hajasäteilyä. Hevosharrastuksen piirissä on monesti mukana paljon nuoria naisia ja tyttöjä, jotka ovat ikänsä puolesta herkempiä säteilyn tuomille haittavaikutuksille. Useimmiten hevosen omistajaa pyritään käyttämään kuvauksissa kiinnipitäjänä. Kiinnipitäjät todennäköisesti altistuvat säteilylle useita kertoja elämänsä aikana. Stokastisten säteilyvaurioiden riski kasvaa. Erityisesti nuorilla tytöillä kehitysvaiheessa olevat rinnat ovat säteilylle herkkiä. Sen lisäksi sukrauhaset, luuydin, kilpirauhanen ja iho altistuvat tarpeettomasti säteilylle. (Kettunen, Ahomaa, Räsänen & Servomaa 2006, 18.)

Hevosklinikoilla työskentelee eläinlääkärien lisäksi muun muassa hevosenhoitajia ja pieneläinhoitajia. Heidän tehtävänä on eläinlääkärien apuna kuvata hevosia. Vain harvalla klinikalla on töissä säteilyn käytön ammattilainen, röntgenhoitaja. (Wood 2006, 10-12). Hevosenhoitajilla ja pieneläinhoitajilla saattaa olla puutteellista tietoa asiaa koskevasta lainsäädännöstä, joka muun muassa kieltää raskaana olevan tai alaikäisen toimimisen kuvauksessa kiinnipitäjänä (Silvan 2007, 8-11).

Hevosklinikoilla ei aina ole tutkimushuoneiden seinissä riittävää säteilysuojauksia. Tämän vuoksi tutkimushuoneiden sijoitteluun tulisi myös kiinnittää huomiota. (Röntgentilojen säteilyturvallisuus 2001, 3-4.) Kuvausarvot eivät kokemuksemme mukaan ole aina optimoituja. Siitä kärsii kuvattavan eläimen lisäksi myös samassa huoneessa olevat ihmiset. Jos kuvausarvoja pienennetään, myös sironneen säteilyn määrä saadaan pienemmäksi. Röntgenkuvaa otettaessa altistuvat kaikki tutkimushuoneessa olevat ionisoivalle säteilylle. Terveystieteissä tavallisimmat röntgentutkimukset tehdään erillisestä ohjaushuoneesta, joka on suojattu säteilyltä. Eläinlääketieteen puolella näin on vain harvoin. Kuvaushuoneessa ovat ainakin kuvaaja ja kiinnipitäjä. Tällaisessa tilanteessa on varmistettava, että kiinnipitäjä ei joudu primäärisäteilykeilaan. Eläinlääketieteen puolella säteilyturvallisuutta halutaan lisätä parantamalla avustajina toimivien henkilöiden tietämystä säteilyn vaaroista ja luonteesta. (Säteilyn käyttö eläinröntgentutkimuksessa 2009). Haluamme välittää käytännönläheistä tietoa säteilysuojelusta hevosklinikoiden henkilökunnalle selkokielellisen oppaan muodossa

**Tulostavoitteenamme** oli oppaan tekeminen hevosklinikoille säteilysuojelusta. Oppaasta tuli A5 kokoinen opas. Opas sisältää tietoa säteilyn vaaroista, käyttäytymisestä ja ideoita säteilysuojelun parantamiseksi. Tarkoituksenamme oli kuvituksen avulla havainnollistaa avustajien sijoittumista ja erilaisten apuvälineiden käyttöä. Teimme oppaasta mahdollisimman helppokäyttöisen ja ymmärrettävän, jota on mahdollista soveltaa käytäntöön. Yritimme panostaa oppaan sisällön suhteen käytännöllisyyteen ja toimintatapojen helppoon toteuttamiseen. Näin työntekijöiden on helppo poimia oppaasta erilaisia toimintamalleja ja käyttää niitä omassa työssään säteilyltä suojautumiseen. Oppaassa on käsiteltyä erilaisia kuvauksia, joissa säteilysuojelun merkitys korostuu. Valmiita toimintamalleja oppaassa ei ole tarkoitus esittää. Tarkoituksena on saada työntekijät poimimaan omia työtapojaan palvelevia malleja. Tuotetta käyttävät hevosklinikoilla työskentelevät eläinten- ja hevostenhoitajat sekä eläinlääkärit.

Projektin **toiminnallisena tavoitteena** on saada mahdollisimman monet hevoskuvauksia tekevät työntekijät suojautumaan oikeaoppisesti säteilyltä. Pidemmän aikavälin tavoitteena on saada työntekijät itse kehittämään toimintatapoja, joiden avulla säteilyltä voi paremmin suojautua. Oppaan tarkoituksena on turvallisuuskulttuurin kehittäminen myös eläinlääketieteen puolella. Sen avulla pyrimme viemään turvallisuuskulttuuria uuteen ympäristöön.

Omana **oppimistavoitteenamme** oli oppia projektityöskentelyä, yhteistyö- ja neuvottelutaitoja, tiimityöskentelyä sekä kompromissien tekemistä. Sen lisäksi tavoitteenamme oli oppia erilaisten työympäristöjen huomioiminen turvallisuuden kannalta. Eläinklinikka työympäristönä oli meille uusi. Työssämme otimme huomioon erilaiset viranomaisohjeet ja määräykset, joiden puitteissa säteilyn kanssa on toimittava.

Ehdotimme aihetta itse opettajallemme Anja Hennerille. Opettajallamme oli ollut puhetta oppaan tarpeellisuudesta alalla toimivan yrityksen kanssa. Opinnäytetyönä tehtävän projektimme tarkoituksena oli tehdä tuote, jonka avulla kuvauksissa avustajina toimivien henkilöiden on mahdollista suojautua paremmin säteilyltä kuvausten aikana. Projektissamme kohderyhmänä olivat hevosklinikat ja niissä toimiva henkilökunta.

## 2 TUOTEKEHITYSPROJEKTIN SUUNNITTELU

Päätimme projektin aiheen lokakuussa 2008. Aiheen keksimme itse, mutta opettajallemme Anja Hennerillä oli aiheeseen liittyen tarkentavia ehdotuksia. Projektiin liittyvän ideoinnin aloitimme heti. Aiheen kiinnostavuus perustui molempien hevosiin liittyvän harrastamiseen. Lähdimme viemään aihetta eteenpäin tutustumalla aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen ja erilaisiin artikkeleihin. Aineistoa keräsimme kirjallisuudesta, internetistä sekä saimme tiedonantaja alan ammattilaisilta.

### 2.1 Projektiorganisaatio

Projekti on kertaluontoinen ja rajattu. Sitä sovelletaan tehtäviin, joiden sisältö on ainutkertainen ja joihin liittyy paljon epävarmuustekijöitä. Sen avulla pyritään ennalta asetettuun tavoitteeseen. Projektin tavoitteena olevan tuotteen toteuttamiseksi perustetaan työryhmä, jossa henkilöt ovat mukana tietyn ajan. Projektiryhmän tehtävänä on huolehtia projektin johtamisesta sekä yhteydenpidosta ulkopuolisiin. (Pelin 2008, 25-27 ; Leppälä & Nykänen 1997, 9-11.)

Projektiryhmän jäsenillä tarkoitetaan projektiin valittuja asiantuntijoita. Projektiryhmää valittaessa tulee ottaa huomioon kokonaisuus. On tärkeää huomioida, että projektissa tarvitaan erilaisia persoonallisuuksia ja jokaisen henkilökohtaiset kyvyt tulee ottaa huomioon. (Litke & Kunow 2004, 73-77.)

Projektiryhmään kuuluvat opinnäytetyötä tekevät opiskelijat ja henkilöt, jotka suorittavat projektin osatehtävät. Projektin työskentelystä ja sen etenemisestä pidetään projektiryhmän kanssa projektikokouksia (Pelin 2004, 237-241 ; Manninen, Maunu & Läksy 1998, 25.) Projektiryhmämme koostuu kahdesta henkilöstä. Molemmat toimivat projektivastaavina. Vastaamme yhdessä projektin suunnittelusta, tekemisestä, projektin toteuttamisesta sekä loppuraportin laadinnasta.

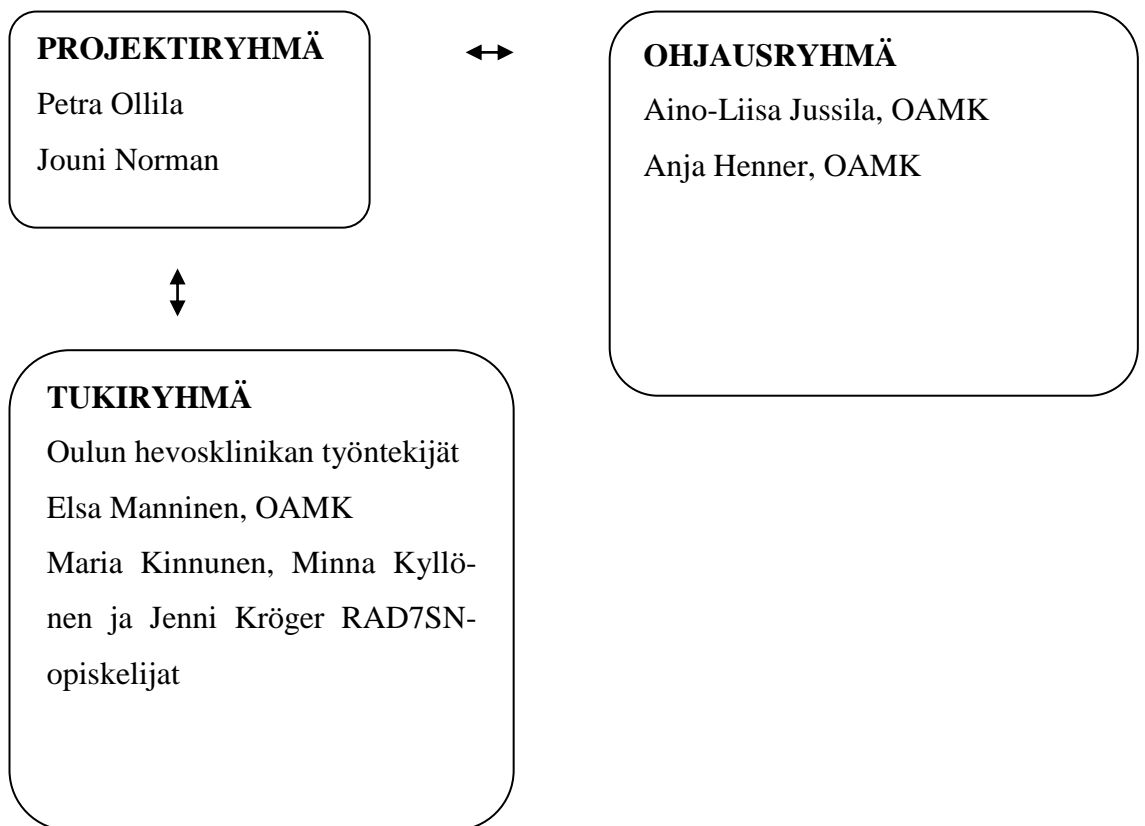
Ohjausryhmä koostuu projektin eri yhteistyökumppaneiden edustajista. Heidän tarkoituksenaan on päättää projektia koskevista asioista, ohjata ja seurata projektia sekä hy-



väkyä väli- ja lopputulokset. (Pelin 2008, 295-297 ; Pelin 2004, 267-269.) Oulun seudun ammattikorkeakoulusta ohjausryhmään kuuluivat Aino-Liisa Jussila ja Anja Henner.

Projektille tulee määrittää myös tukiryhmä, jonka jäsenet ovat ulkopuolisia asiantuntijoita. Tukiryhmältä on tarkoitus saada ohjausta ja neuvoja (Pelin 2004, 65-71.) Projektimme tukiryhmään kuuluivat Elsa Manninen ja Oulun hevosklinikan henkilökunta. Hevosklinikan väeltä saimme apua oppaaseen tulevan sisällön muokkaamisessa. Tukiryhmäämme kuuluivat myös vertaisarvioitsijoina toimineet röntgenhoitajaopiskelijat Minna Kyllönen, Maria Kinnunen ja Jenni Kröger. Elsa Mannisen apua tarvitsimme projektin suunnittelu ja toteutus vaiheisiin.

Yhteistyökumppaneiden sopimusten allekirjoittajana toimi Onemedilta Eini Tiihonen ja Oulun hevosklinikalta Johanna Lantto.



**KUVIO 1.** Projektioorganisaatio

## 2.2 Tuotekehitysprojektin päätehtävät

Päätimme projektin aiheen lokakuussa 2008. Aiheen keksimme itse, mutta opettajallemme Anja Hennerillä oli aiheeseen liittyen tarkentavia ehdotuksia. Projektiin liittyvän ideoinnin aloitimme heti. Aiheen kiinnostavuus perustuu molempien hevosharrastukseen.

Projekti jakaantui viiteen eri työvaiheeseen, joita olivat aiheen ideointi, tuotekehityssuunnitelman laadinta, tuotteen eli kansion luonnostelu, kansion tekeminen ja projektin päättäminen. Teimme tehtäväluettelon (LIITE 1), jonka avulla saimme aikataulutettua opinnäytetyömme. Projektisuunnitelmassa esittelimme projektin tavoitteet, aikataulutuksen, budjetoinnin ja projektiorganisaation.

Ensimmäisenä tehtävämme oli **aiheeseen perehtyminen**, jonka aloitimme 2008 marraskuussa. **Ideaseminaarin** esitimme 2009 tammikuussa. Sen jälkeen aloitimme etsimään materiaalia ja kirjoittamaan valmistavaa seminaaria. **Valmistavan seminaarin** tarkoituksena oli esiyymmärryksen kartoitus aiheesta. Selvitimme kirjallisuuden ja hevosklinikalle tehdyn tutustumiskäynnin avulla erilaisia ongelmia kuvaustilanteissa. Yritimme kartoittaa millaista ohjausta hevosklinikoilla tarvitaan kuvauksissa. Lisäksi tehtävänäimme oli selvittää millaisia tutkimuksia hevosille tehdään. Valmistavan seminaarityön esitimme kesäkuussa 2009. Vertaisarvioitsijoiden ja ohjaajien esittämiä korjauksia ja täydennyksiä teimme työhön kesän 2009 aikana.

Seuraavaksi laadimme **tuotekehityssuunnitelman**. Tuotekehityssuunnitelman sisältöön kuuluu projektin kuvaus, tavoitteet, organisaatio, suunnitelma aikatauluineen, budjetti ja ohjaussuunnitelma. Sitä teimme kesäkuusta 2010 lokakuuhun 2010.

Kolmantena tehtävänäimme oli **oppaan luonnostelu**, jonka aloitimme keväällä 2010. Tarkoituksenamme oli etsiä aiheeseen liittyviä artikkeleita ja kirjallisuutta. Sen avulla kokosimme oppaan asiasisällön. Suunnittelimme oppaan ulkomuotoa, yleisilmettä ja tekstin tyyliä. Suunnittelimme etukäteen millaisia valokuvia ottaisimme opasta varten. Mietimme oppaaseen liittyviä laatukriteerejä (LIITE 2), jotka kirjassimme ylös. Laatu-

kriteerien avulla pystyimme kiinnittämään huomiota kaikkiin oppaaseen liittyviin lauseikkoihin.

Neljäntenä tehtävänäimme oli hevosklinikoille tulevan **oppaan laatiminen**. Oppaan tekemisen aloitimme syksyllä 2010. Silloin päätimme oppaan lopullisen muodon ja tyylin. Syksyllä 2010 pääsimme ottamaan myös valokuvat opasta varten. Muotoiluvaiheessa pyysimme palautetta oppaan sisällöstä ja tyylistä Oulun hevosklinikan henkilökunnalta ja vertaisarvioitsijoiltamme. Lisäksi annoimme oppaan luettavaksi ohjaajillemme Anja Hennerille ja Aino-Liisa Jussilalle.

Viidentenä tehtävänäimme on **projektin päättäminen**. Loppuraportin osatehtäviä olivat projektin loppuraportin kirjoittaminen, esittäminen ja oppaan toimittaminen yhteistyötahoille. Loppuraportti valmistui joulukuussa 2010. Käsittelemme loppuraportissamme projektin toteutumista ja sille asetettuja tavoitteita. Arvioimme myös tuotteen laatua sekä omaa oppimistamme projektin aikana. Projekti päättyy, kun esitämme valmiin opinäytetyön Oulun seudun ammattikorkeakoululla ja valmis tuote luovutetaan Oulun hevosklinikalle ja Onemedille.

## **3 TURVALLINEN SÄTEILYN KÄYTTÖ HEVOSTEN KUVANTAMISESSA**

### **3.1 Ionisoivan säteilyn käytön turvallisuuslupa**

Röntgenlaitteen käyttöä varten on oltava säteilylaissa (592/91) tarkoitettu turvallisuuslupa. Lupaa haetaan kirjallisesti Säteilyturvakeskukselta. Toiminnan säteilyturvallisuudesta vastaa toiminnan harjoittaja. (Säteilyn käyttöorganisaatio 2004, 3-5.) Turvallisuuslupaan tulee hakea kirjallisesti muutosta, jos röntgenlaite, sen käyttöpaikka, laitteen omistaja tai vastaava johtaja vaihtuu. Hakemukseen liitetään muuttuvaa asiaa koskevat selvitykset. (Säteilyn käyttö eläinröntgentutkimuksessa 2009).

Säteilyä käyttävässä yksikössä täytyy olla säteilyturvallisuudesta vastaava johtaja. (Säteilyn käyttöorganisaatio 2004, 4). Yliopiston eläinsairaalaan valmistuvat eläinlääkärit saavat säteilyturvallisuudesta vastaavan johtajan koulutuksen ja todistuksen siitä valmistuessaan. Röntgenhoitajat saavat ainakin yliopistollisessa eläinsairaalaan erityiskoulutuksen eläinkuvauksia varten. (Honkala 2005, 316-317.) Tyypillisesti vastaavan johtajan tehtävänä on huolehtia siitä, että käyttöpaikkakohtaiset turvallisuusohjeet ovat riittävät ja ne pidetään ajan tasalla. Lisäksi vastaavan johtajan tehtäviin kuuluu säteilyn käyttöön osallistuvien työntekijöiden koulutus ja opastus turvalliseen työskentelyyn. Työntekijöiden tulee saada määräysten mukaista täydennyskoulutusta. Työpaikalla työntekijöiden säteilysuojelukoulutuksesta tulee pitää kirjaa. Vastuuhenkilöt on tarpeen mukaan nimetty. Vastaavan johtajan tehtäviin kuuluu huolehtia, että säteilylaitteille ja -mittareille on laadittu laadunvarmistusohjelma. Turvallisuuslupan ja säteilyn käyttöorganisaation tulee olla ajan tasalla. (Säteilyn käyttöorganisaatio 2004, 4.) Eläinten tutkimuksiin käytettävät röntgenlaitteet ja niiden käytön turvallisuus tarkastetaan yleensä toiminnan alkaessa ja jos röntgenlaite siirretään toiseen käyttöpaikkaan tai vaihdetaan toiseen. Tarvittaessa toiminnalle tehdään uusintatarkastus, jos toiminnan laatu ja säteilyturvallisuuden varmistaminen sitä edellyttävät. (Säteilyturvallisuus työpaikalla 2001, 5.)

Kuvaustilan pohjapiirustuksesta tulee ilmetä röntgenlaitteen sekä ovien ja ikkunoiden sijainti. Säteily suojausten riittävyyden arvioimiseksi hakemuksessa on ilmoitettava

myös käyttöpaikan seinä-, lattia-, ovimateriaalit ja niiden paksuudet. Lisäksi ilmoitetaan arvioitu kuvaus- ja läpivalaisumäärä, röntgenlaitteen suurin käyttöjännite, viereisten tilojen käyttötarkoitus ja oleskelu niissä röntgentutkimusten aikana. (Säteilyn käyttö eläinröntgentutkimuksessa 2009.)

### **3.2 Säteilyaltistuksen optimointi hevosten kuvauksissa**

Röntgensäteily on sähkömagneettista säteilyä, joka voidaan jakaa kahteen kategoriaan, ionisoivaan ja ionisoimattomaan säteilyyn. Ionisoimatonta säteilyä on uv-säteily, radioaallot ja infrapunasäteily. Ionisoivaa säteilyä on gammasäteilyä ja röntgensäteily, tässä työssä keskitymme jälkimmäiseen. Röntgensäteilyä tuotetaan kiihdyttämällä elektroneja röntgenputken katodilta anodille. Törmätessään aineeseen ne tuottavat energiaa, joka ohjataan röntgenputkeen. (Miettinen, Pukkila & Tapiovaara 2004, 18-26.)

Röntgenkuvaa otettaessa altistuvat kaikki tutkimuhuoneessa olevat ionisoivalle säteilylle. Perusterveydenhuollossa tavallisimmat röntgentutkimukset tehdään erillisestä ohjaushuoneesta, jossa on lyijylasi-ikkuna. Eläinlääketieteen puolella näin ei yleensä ole. Kuvaushuoneessa on ainakin kuvaaja ja kiinnipitäjä. Tällaisessa tilanteessa on varmistettava, että kiinnipitäjä ei joudu primaarisädekeilaan. Hevoskuvauksissa tietyt projektiot vaativat avustajalta lähes kuvauskentässä oloa. Kasettia kuvaustilanteissa pidettäessä on syytä käyttää lyijykumiesiliinan ja kilpirauhassuojan lisäksi myös lyijykumihanskoja. Muissa tapauksissa kuvauskasettia pidetään telineessä, jolloin avustaja saa etäisyyttä säteilykeilaan. Yksi tapa on myös laittaa kasetti kangaspussiin, jolloin etäisyyttä säteilykeilaan saadaan kunnolla. Etäisyys on yksi tärkeimmistä säteilyn suojeleminen menetelmistä, sillä säteily vaimenee tehokkaasti mitä kauemmas mennään säteilylähteestä. Samoin kuvaajan kannattaa ottaa etäisyyttä röntgenputkeen. Eläimen kehon suojaavan vaikutuksen vuoksi suurin osa kuvaustilanteesta ihmiselle aiheutuneesta säteilyaltistuksesta on sironnutta säteilyä, joka siroaa hevosesta takaisin. Kaksinkertainen etäisyys pienentää kiinnipitäjän annosta neljäsosaan. Se perustuu etäisyyden neliön lakiin. Myös kuvausarvoja pienentämällä voidaan vaikuttaa sironneen säteilyn määrään. (Säteilyn käyttö eläinröntgentutkimuksessa 2009.)

Eri laitetoimittajat kehittelevät eläinklinikoiden kanssa yhteistyössä säteilysuojaimia etenkin hevosten leikkauksia varten. Hevosten suuri koko ja isot kuvausarvot asettavat vaatimuksia käytettäville säteilysuojille.

Kuvan rajauksella ja suuntauksella on säteilyannoksen kannalta suuri merkitys. Digitaalilaitteet tunnistavat pienenkin hajasäteilyn kuvareseptorilla, joka puolestaan huonontaa kuvanlaatua. Ennen kuvausta on mietittävä, mitä kuvista haetaan. Kuvausarvot tulee määrittää sen mukaan, kuinka tarkkaa informaatiota kuvista haetaan. (Kettunen 2003, 12-15.)

Hevosten kuvausarvoja valittaessa otetaan arvot yleensä ”varman päälle”. Vaikka hevonen ei kerkeäisikään elinkaarensa aikana saamaan oireita korkeaksi kasvaneista kuvausarvoista, kuvauksessa mukana olevien kasvava säteilyaltistus tulee kuitenkin ottaa huomioon. Hevosten kuvauksissa etenkin kuvalevyn kiinnipitäjä altistuu sironneelle- ja säteilylle.

Laitteiden kunnontarkkailun ja laadunvalvonnan avulla saadaan tarkasteltua laitteiden kuntoa. Kuvauslaitteen säteilykentän ja valomerkkien reunat eivät saa poiketa toisistaan yhden metrin kuvausetäisyydellä enempää kuin 1 cm verran. Röntgenputken primäärisäteilyn kokonaissuodatuksen on oltava vähintään 1 mm alumiini. Tällöin suurin kuvausjännite on enintään 60 kV. Tästä suurempaa kuvausjännitettä käytettäessä on kokonaissuodatuksen vastattava vähintään 2 mm alumiinia. Kokonaissuodatuksen arvon tulee olla merkittynä röntgenputken runkoon. Röntgenlaitteiden laaduntarkkailussa voidaan käyttää hyväksi ihmisten kuvantamiseen tarkoitettujen laitteiden laaduntarkkailuohjeita. Laaduntarkkailulla pyritään omalta osaltaan säteilyannoksen ja kuvanlaadun optimointiin. Tämä onkin yksi syy miksi eläinradiologian puolella on tärkeää suhtautua vakavasti laaduntarkkailuun. Laaduntarkkailun osa-alueisiin kuuluvat muun muassa, röntgenputken toiminta, kuvankatselu olosuhteet, hilan toiminta, kasettien kunto ja kuvan muodostus. (Säteilyn käyttö eläinröntgentutkimuksessa 2009.)

### **3.3 Hevosklinikoiden kuvaustilojen suojausvaatimukset ja varoitusmerkinnät**

Suurempia eläimiä kuvattaessa kuvausolosuhteet ovat useimmiten vaihtelevia. Eläinten koko aiheuttaa vaatimuksia tiloille. Hevosten jalkoja kuvattaessa säteilykeila on yleensä vaakasuorassa suunnassa. Kuvattaessa sisätiloissa on varmistettava, ettei tutkimuksen aikana kukaan oleskele säteilykeilan osoittaman suunnan seinän takana. Jos ei ole mahdollista varmistaa kuvaushuoneen ympärillä olevien tilojen tyhjyyttä on välittömästi säteilykeilan suunnassa olevan tilan ja tutkimushuoneen välisen seinän välissä oltava riittävä säteilysuojaus. Sen on vastattava vähintään 2mm lyijykerroksen tai 15 cm betoni-kerroksen suojausta. Suojarakenteiden määrittämisessä on käytettävä röntgenlaitteen suurinta käyttöön tulevaa jännitettä, säteilykeilan suurinta kenttäkokoa ja röntgenlaitteen suurinta arvioitua käyttömäärää. Suunnissa, mihin säteilykeila ei kohdistu, ovat rakenteet määritettävä röntgenputken vaipan läpi tulevan vuotosäteilyn sekä kuvattavasta kohteesta siroavan säteilyn perusteella. Sironneen säteilyn vaimeneminen oletetaan tapahtuvan primäärisäteilyn tavoin. (Röntgentilojen säteilyturvallisuus 2001, 3-5.)

Säteilysuojauksen määrä esitetään Säteilyturvakeskuksen toimintalupa hakemuksessa. Säteilysuojauksen laskemiseen ja määrittämiseen on omat laskentakaavat. Röntgensäteilyn käyttö tuo vaatimuksia myös kuvaustilojen tilavuudelle ja muodolle. (Röntgentilojen säteilyturvallisuus 2001, 3.)

Työpaikoilla on merkittävä säteilylähteet ja radioaktiiviset aineet sekä niiden käyttö- ja säilytyspaikat asianmukaisilla turvamerkeillä. Merkillä tarkoitetaan kilpeä, tarraa tai maalaamalla tehtyä merkintää. Ohje koskee sekä ionisoivaa että ionisoimatonta säteilyä. (Säteilylähteiden varoitusmerkinnät 2006, 3-4.) Röntgensäteilyn käyttö alueet on jaettava tarkkailu- ja valvonta-alueisiin. Valvonta-alueita ei tarvitse erikseen ”valvonta-alue” merkillä ilmoittaa, jos se on selkeästi muuten havaittavissa. (Säteilyturvallisuus työpaikalla 2009, 6-8.)

Merkkien tarkoitus on kiinnittää huomio säteilyvaaraan. Merkkien on oltava niin selkeitä, että säteilysuojeluun perehtymätönkin ihminen ymmärtää sen. Säteilyvaarasta kertova merkki on kolmion muotoinen varoitusmerkki, jonka keskellä on kyseessä olevan sä-

teilyn tunnus (kuvio1). Varoitusmerkin taustavärinä on keltainen ja reunukset ja tunnus ovat mustat.



KUVIO 1. Säteilyvaaran merkki (Säteilylähteiden varoitusmerkinnät 2006, 3-4.)

Hevosklinikoilla pitää selkeästi merkitä ne tilat, missä säteilyä käytetään. Sen lisäksi olisi hyvä varoitusmerkeillä ottaa huomioon raskaana olevat ja alle 18-vuotiaat. Säteilyn ollessa käytössä pitäisi pystyä varmistumaan, ettei kukaan ulkopuolinen tule kuvaushuoneeseen kesken kuvauksen. Oviaukoissa tulee olla selkeästi merkinnät ja merkkivaalit silloin kun säteilyä käytetään. (Säteilylähteiden varoitusmerkinnät 2006, 3-4.)

Työtiloissa on työntekijät suojattava säteilyltä tarkoituksenmukaisella tavalla. Työpaikan eri alueet on jaettava säteilyn käytön luonteen ja laajuuden mukaan valvonta- ja tarkkailualueisiin, jos efektiivinen annos voi ylittää 1 mSv, silmän ekvivalenttiannos 15 mSv tai käsien ja jalkojen tai ihon ekvivalenttiannos 50 mSv vuodessa. Työpaikalla on oltava tarvittavat ohjeet valvonta- ja tarkkailualueilla työskentelystä. Työpaikasta riippuen siellä voi olla pelkästään valvonta- tai tarkkailualueita. Alueet voivat olla täysin erillään toisistaan. Valvonta- ja tarkkailualueiden määrittely on tehtävä yleensä turvallisuuslupaa haattaessa. Siinä tulee mainita myös toimintaohjeet. (Säteilyturvallisuus työpaikalla 2009, 5-8.)

Valvonta-alueita ovat ne työtilat ja muut alueet, joissa säännöllisesti tai tilapäisesti oleskeltaessa työntekijän säteilyaltistus voi ylittää jonkin säteilyasetuksen numero 10 §:n 1 kohdassa säädetyn raja-arvon, tai kontaminaatoriski tai työskentely muutoin vaatii säteilyvaaran vuoksi erityisiä turvaohjeita ja turvatoimia. Valvonta-alue on rajattava, ja sinne pääsy on rajoitettava. Alueella saavat oleilla vain henkilöt, jotka ovat asianmukaisesti koulutettuja ja tietävät siellä työskentelyyn liittyvät säteilyvaarat. Muut ihmiset saavat tilapäisesti käydä valvonta-alueella vain edellä mainittujen henkilöiden seurassa.



Valvonta-alueella työskennellessään työntekijöillä on oltava käytössään asianmukaiset säteilysuojaimet. Työntekijöiden annostarkkailu on järjestettävä säteilyaltistuksen laadun edellyttämällä tavalla. Eläinröntgentoiminnassa valvonta-alueella on laitteiden käytön aikana se alue, johon kohdistuu primäärisäteilyä tai sironnutta säteilyä. (Säteilyturvallisuus työpaikalla 2009, 5-8.)

Tarkkailualueella tarkoitetaan aluetta, jolla työolosuhteita tarkkaillaan säteilyltä suojaamiseksi. Alueella sijaitsevat säteilylähteet on merkittävä asianmukaisesti. Alueen merkinnöistä on käytävä esille, että kyseessä on tarkkailualue. Työntekijöillä tulee olla tiedossa työskentely ohjeet tarkkailualueella työskentelystä. (Säteilyturvallisuus työpaikalla 2009, 10.)

### **3.4 Henkilökunnan ja saattajien suojaus**

Kuvattaessa hevosta tai työskenneltäessä röntgenputken lähellä säteilyä käytettäessä on henkilöiden puettava säteilysuojaimet. Niiden avulla saadaan vähennettyä säteilyaltistusta. Mikään osa kuvaajasta tai kiinnipitäjästä ei saa joutua primäärisäteilykeilaan. Yleisimpiä käytettäviä säteilysuojaimia ovat lyijykumiesiliina tai takki ja käsineet. Sen lisäksi voidaan käyttää kilpirauhassuojaa. Kuvauksen aikana hevosen ja kasettitelineen kiinnipitäjien tulisi käyttää vähintään 0.5 mm paksuista lyijykerrosta vastaavaa lyijykumiesiliinaa. Kauempana työskenteleville henkilöille riittää 0.25 mm lyijykerrosta vastaava suojaus. Hevosta ja kasettitelinettä kiinnipitävien henkilöiden on käytettävä lyijykumikäsineitä lyijykumiesiliinan lisäksi. Suojauksen täytyy vastata vähintään 0.25 mm suojausta. Jos kuvausten määrä nousee suureksi myös pään suojaus saattaa olla tarpeen. Suojaimena voidaan käyttää tällöin erilaisia kattoon ripustettavia ikkunallisia suoja- tai suojasilmälaseja. Tutkimushuoneen seinistä kohdistuvaa sironnutta säteilyä vastaan ei tarvitse suojautua, koska takaisin siroavan säteilyn määrä on vähäinen. (Säteilyn käyttö eläinröntgentutkimuksessa 2009.)

Henkilöille, jotka työssään altistuvat tai voivat altistua säteilylle tulee järjestää annos seuranta. Säteilyannosmittareita on mahdollista tilata hyväksytystä annosmittauspalvelusta. Mittarin asettelulla on merkitystä. Se tulisi sijoittaa tutkittavan eläimen puolelle työntekijän työvaatteeseen suojaesiliinan ulkopuolelle. Siihen on myös esteettä päästävä

sironnut säteily, ilman että henkilön oma keho varjostaa sitä. (Säteilyaltistuksen seuranta 2007, 3-5.)

### **3.5 Säteilyn aiheuttamat haittavaikutukset ja keskeiset suureet ionisoivan säteilyn käytössä**

Säteilyn haittavaikutukset ovat jaettavissa kahteen ryhmään: deterministisiin ja stokastisiin haittavaikutuksiin. Deterministiset eli suorat haittavaikutukset ovat tilastollisia. Niille on määritetty tietty kynnyisarvo. Säteilyannoksen jäätyä sen alapuolelle, haittavaikutuksia ei synny ollenkaan. Annoksen ollessa puolestaan tarpeeksi suuri haitta on varma. Stokastiset haittavaikutukset voivat saada alkunsa pienestäkin altistuksesta. Stokastisilla haittavaikutuksilla ei ole kynnyisarvoa. Haitta-aste ei riipu saadusta säteilyannoksesta, ainoastaan haitan todennäköisyys kasvaa annoksen kasvaessa. Ihmisen koko elinaikana kertynyt kumulatiivinen annos määrää kokonaisriskin. Stokastisissa haittavaikutuksissa huomioidaan kokonaisia väestöryhmiä. Tällöin koko ryhmän kollektiivinen annos on ratkaiseva. (Paile 2002, 44-45.)

Eläimeen tai ihmiseen kohdistuneesta säteilystä puhuttaessa käytetään erilaisia suureita ja yksiköitä. Yleisin säteilyn määrää kuvaava yksikkö on Gray. Gray on kuitenkin suuri yksikkö, joten yleensä käytetään milli- ja mikrograyta. Säteilyn määrää kuvaava mittasuure on ilmakerma, joka on käytännössä sama kuin ilmaan absorboitunut annos. Ekvivalenttiannos kuvaa säteilyn terveydellisiä haittoja. Sen avulla arvioidaan tietyssä kudoksessa tapahtuvaa säteilyn haittaa. Ekvivalenttiannos saadaan puolestaan kertomalla keskimääräinen absorboitunut annos säteilyn painotuskertoimella. Sen yksikkö on Sievert. Efektiivinen annos on säteilylle alttiiksi joutuneiden kudosten ja elinten painotuskertoimilla kerrottujen ekvivalenttiannosten summa. Sen avulla arvioidaan säteilyn ihmiselle aiheuttamien satunnaisten haittojen riskiä. Efektiivisen annoksen yksikkö on Sievert. (Miettinen, Pukkila & Tapiovaara 2004, 117-153.)

### **3.6 Kiinnipitäjien ja avustajien suojaaminen**

Kiinnipitäjänä ei saa toimia alle 18-vuotias henkilö, eikä tässä tehtävässä tilapäisesti kukaan saa käyttää lasta. Myöskään raskaana olevaa naista ei saa käyttää kiinnipitäjänä.

(Säteilyturvallisuus työpaikalla 2009, 9.) Kiinnipito tulisi pääasiallisesti tehdä erilaisten hiekkapussien ja telineiden avulla aina kun se on mahdollista. Esimerkiksi hevosen takajalkoja kuvattaessa avustaja joutuu kuitenkin pitämään kasetti käsissään. Tällöin tulisi käyttää mahdollisimman suurta kasettia. Kiinnipitäjän kädet tulee tällöin rajata huolellisesti pois kuvasta. Kiinnipitäjien ja avustajien säteilyaltistuksen pienentämisen avuksi voidaan käyttää eläimen rauhoittamista tai nukuttamista. (Säteilyn käyttö eläinröntgen-tutkimuksessa 2009.)

Hevoskuvauksissa omistajia ei mielellään käytetä avustajina, koska heidän neuvomiseen ja opastamiseen menee aikaa. He saattavat toimia kuvauksissa hevosen kiinnipitäjänä. Kuvauksissa avustajina toimivat yleensä klinikan vakituinen henkilökunta. Heillä on tietoa kuvauksista ja niiden kulusta. Näin kuvaukset saadaan nopeampaa ohitse. Tällöin henkilökunnan säteilyrasitus kasvaa melkoisesti.

Hevosen koon vuoksi kuvausarvot nousevat yleensä melko korkeiksi. Ja varsinkin digitaaliseen kuvantamiseen siirryttyä arvot saattavat nousta, koska ne laitetaan yleensä ”varman päälle”, jotta saadaan riittävän hyvä kuvanlaatu. Hevosen vatsaa ja rankaa kuvattaessa kuvausarvot nousevat todella suuriksi. Silloin kuvaajan on hyvä saada mahdollisimman paljon etäisyyttä säteilylähteeseen. Tällöin ongelmaksi tulee mahdollisten avustajien sijoittuminen. Hevosten jalkoja kuvattaessa voidaan yleensä käyttää metallista kasettitelinettä. Ongelmaksi muodostuvat etenkin polven skyline kuva, jossa avustajan on koukistettava hevosen etupolvea ja pidettävä samalla kasettia. Skyline kuvassa putkea kallistetaan 45 astetta. Avustajan on tässä kuvauksessa hankala ottaa etäisyyttä. Etenkin hangoittelevaa hevosta kuvattaessa avustaja saattaa helposti tulla osittain primäärisäteilykeilaan. Sädeluuta kuvattaessa jalan tulee olla etuviistossa 45 asteen kulmassa. Avustaja asettelee hevosen jalan vinon korokkeen päälle. Samalla hänen tulee pitää jalkaa paikallaan ja kasettia mahdollisimman lähellä hevosen jalkaa. Tässäkään kuvauksessa avustajan on lähes mahdotonta ottaa tarpeeksi etäisyyttä kuvattavaan kohteeseen nähden. Avustajan on hankala sijoittua primäärisäteilykeilasta pois. (Kees & Gunsser 1989, 87-89 ; Butler ym. 2008, 32-34.)

Sironneen säteilyn vähentämiseen käytetään hila. Hila on levy, jossa on ohuita lyijyliuskoja eli lamelleja niiden väleissä röntgensäteilyä helposti läpäisevää väliainetta. Väliaine on tavallisesti alumiinia, mutta nykyisin käytetään myös hiilikuitua. Röntgenku-

van muodostavat pääasiassa väliaineen läpi suoraan kulkevat säteet. (Säteilyn käyttö eläinröntgetutkimuksessa 2009.) Hilaa ei yleensä käytetä kuvattaessa hevosen jalkoja tai päätä. Hevosen vatsaa kuvattaessa kuvausarvot nousevat hevosen koon vuoksi korkeiksi, jolloin voidaan käyttää kuvattaessa hilaa.

Hevosten jalkoja kuvattaessa käytetään apuna metallista kasettitelinettä, jonka avulla avustaja saa etäisyyttä primäärikeilaan. Kasettitelineessä on pidikkeet kasetille ja jalusta, jonka varaan telineen voi laskea. Telineessä on avustajaa varten varsi, jonka avulla teline saadaan pidettyä paikallaan. Kasettitelineen tulee olla kevyt ja helposti liikuteltava, koska se tulee saada helposti pois hevosen jaloista tarvittaessa. Näin vältetään lisävahingoilta kuvattaessa. Telineen varsi on yleensä vain noin metrin mittainen. Pituutta on hankala lisätä ilman että teline käy huteraksi. Osassa kuvattavista alueista ei voida käyttää kasettitelinettä. Esimerkiksi hevosen takajalkojen polvia kuvattaessa kasettitelinettä ei voi viedä telineen avulla kuvattavaan kohteeseen, koska hevosen takajalkojen sisäpinta on herkkää aluetta. Hevonen voi hermostua telineestä ja näin ollen aiheuttaa lisää vahinkoa itselleen ja kuvauslaitteille. Avustajan on tällöin lyijyhanskojen avulla pidettävä kasettia polven takana. Hevosen mahan kuvauksessa apuna käytetään pussia, johon kasetti laitetaan. Hevosen ollessa pakkopilttuussa pussin saa helposti kiinnitettyä pakkopilttuun reunaan. Hevosen kaviota ja sädeluuta kuvattaessa käytetään apuna hevosen jalan alle asetettavia puisia korokkeita. Niiden avulla jalka saadaan irti maasta ja tarvittaessa tiettyyn kulmaan. (Wickström, suullinen tiedonanto 2009 ; Kees & Gunsser 1989, 87-89.)

## **4 TUOTEKEHITYSPROJEKTIN TOTEUTUS**

### **4.1 Aiheeseen perehtyminen**

Päätimme tuotekehitysprojektin aiheen lokakuussa 2008. Aiheen keksimme itse, mutta opettajallamme Anja Hennerillä oli aiheeseen liittyen tarkentavia ehdotuksia. Projektiin liittyvän ideoinnin aloitimme heti. Aiheen kiinnostavuus perustui molempien hevosiin liittyvän harrastamiseen. Keräsimme tietoa hevostuvauksista, kuvaustavoista, eläinradiologiasta ja säteilysuojelusta. Säteilyoppaan tarpeita määriteltäessä opas suunnattiin hevostuvauksilla työskenteleville työntekijöille.

Lähteiden etsintään käytimme Oulun seudun ammattikorkeakoulun kirjastopalveluita, eri tietokantoja, kirjastoja sekä internetiä. Kävimme myös Oulun hevostuvauksilla tutkimassa, jossa saimme henkilökohtaisia tiedonantoja.

### **4.2 Tuotteen tekeminen**

Projektin alkuvaiheessa pohdimme tuotteen sisältörakennetta ja asiasisältöä. Tuotteen käyttäjäryhmänä ovat hevostuvauksilla työskentelevät työntekijät. Tuotteen avulla on tarkoitus parantaa henkilökunnan säteilysuojelua ja tuoda esiin säteilyn käytön optimointiin vaikuttavia tekijöitä. Eläinlääketiede- ja kuvantaminen noudattavat säteilysuojelulakeja. Tuotteemme asiasisällön tulee noudattaa näitä lakeja ja asetuksia.

Suunnittelimme aluksi aiherungon oppaalle. Sen pohjalta kokosimme aiheeseen liittyvät tiedot kunkin aihealueen alle. Mietimme, kuinka tarkasti mitäkin osa-aluetta on käytävä oppaassa läpi. Sen lisäksi yritimme muuttaa asiat mahdollisimman ymmärrettävään muotoon. Tekstiä selventämään lisäsimme hevostuvauksilla kuvaustilanteita jäljitteleviä valokuvia. Kuvien ottamista varten käytimme ulkopuolista valokuvaajaa. Toimimme kuvissa itse avustajina. Lisäksi lisäsimme oppaan loppuun sanasto-osuuden, jossa selitimme auki kaikki mielestämme hankalat sanat ja termit. Teimme tuotteesta raaka version, jonka toimitimme Oulun hevostuvauksille esitettäväksi. Siellä henkilökunta saattoi tutustua oppaaseen parin päivän ajan. Sen perusteella he antoivat kommentteja ja muu-

tosehdotuksia sisällöstä, ulkoasusta ja luettavuudesta. Testauksen jälkeen teimme oppaaseen lopulliset korjaukset saatujen palautteiden pohjalta. Annoimme tuotteen tarkistettavaksi myös ohjausryhmälle. Oppaan painatimme Länsi-Pohjan kirjapainossa. Toimitimme kirjapainolle tekstimateriaalin Word-tiedostona ja kuvat erillisessä tiedostossa. Tuote taitettiin kirjapainossa antamiemme ohjeiden mukaisesti. Lopullinen versio oppaasta luovutettiin Onemedille ja Oulun hevosklinikalle.

#### **4.2.1 Säteilyoppaan ulkoasun laadinta**

Tavoitteenamme oli tehdä oppaasta mahdollisimman selkeä ja helposti luettava. Ulkoasuun liittyviä seikkoja pohdimme projektivastaavien kesken. Opas painettiin paperimuotoiseksi A5 kokoiseksi vihkoseksi. Pidimme tärkeänä oppaan käytön helppoutta ja sen saatavuutta. Oppaan sisältämä tieto pysyy tuoreena pitkään, joten helppoa päivitysmahdollisuutta emme pitäneet kovinkaan tärkeänä. Luovutimme oppaan myös muistitikulla yhteistyökumppaneillemme, jotta mahdollisten muutosten ja päivitysten myötä heidän on helppo painattaa uusi tuote. Oppaan tekstipohjaksi valitsimme valkoisen paperin, koska se antaa selkeän vaikutelman. Tekstiä havainnollistamaan lisäsimme sivuille myös kuvia selkeyttämään opasta. (ks. Terveysaineistojen arvioinnin opas 2008 ; Roger 1998 ,87.)

#### **4.2.2 Säteilysuojeluoppaan tekstin ja asiasisällön laadinta**

Säteilysuojeluoppaan tarkoituksena on välittää tietoa säteilyltä suojautumisen mahdollisuuksista ja säteilyn haitoista. Opas on tarkoitettu hevosklinikoilla työskentelevien työntekijöiden käyttöön. Hevosklinikoilla työskentelevillä työntekijöillä ei välttämättä ole koulutuksessaan ollut säteilytyöskentelyyn liittyvää koulutusta tai sitä on ollut vähän. Tämän vuoksi pyrimme tekemään oppaasta selkeän ja helppokäyttöisen. Pyrimme ilmaisemaan asiat selkeästi ilman ammattisanastoa. Sen lisäksi lisäsimme oppaan loppuun sanastoa, jota on selvennetty. (Terveysaineistojen arvioinnin opas 2008 ; Roger 1998,137 ; Ewlesin & Simnetin (1995, 227) mukaan oppaan suunnitteluvaiheessa määritelty kohderyhmä helpottaa oppaan sisällön luomista

Oppaan tekstin fontiksi valitsimme Arialin, koska se on selkeä ja helppolukuinen. Oppaan nimen ja otsikot lihavoimme. Tekstin fonttikoko on 10. Otsikoiden fonttikoko on 14. Numeroitujen otsikoiden avulla jaottelimme eri aihealueet. Ne helpottavat lukijaa tekstin ja aihealueiden hahmottamisessa ja antavat oppaalle selkeän kokonaiskuvan. (Terveysaineistojen arvioinnin opas 2008 ; Hyvärinen 2005, 1769-1772.)

### **4.3 Projektin päättäminen**

Projektimme päättyi joulukuussa 2010. Esitimme valmiin opinnäytetyömme tammi-kuussa Oulun seudun ammattikorkeakoulussa opiskelijaryhmällemme. Valmiin tuotteen luovutimme yhteistyökumppaneillemme Onemedille ja Oulun hevosklinikalle vuoden loppuun mennessä. Tuotteen luovutuksen jälkeen tuotteen saajat saavat halutessaan päivittää materiaalia. Onemed voi jakaa opasta asiakkailleen. Tekijänoikeudet jäävät projektivastaaville, kuten myös levitys-, esitys- ja valmistusoikeudet.

## 5 TUOTEKEHITYSPROJEKTIN ARVIOINTI

**Toiminnallisena tavoitteena** oli saada mahdollisimman monet hevoskuvauksia tekevät työntekijät suojautumaan oikeaoppisesti säteilyltä. Pidemmän aikavälin tavoitteena oli saada työntekijät itse kehittelemään erilaisia toimintatapoja, joiden avulla säteilyltä voisi paremmin suojautua. Oppaan tarkoituksena oli säteilyn käytön kehittäminen myös eläinlääketieteen puolella.

**Oppimistavoitteenamme** oli oppia projektityöskentelyä, yhteistyö- ja neuvottelutaitoja, tiimityöskentelyä sekä kompromissien tekemistä. Sen lisäksi tavoitteenamme oli oppia erilaisten työympäristöjen huomioiminen turvallisuuden kannalta. Eläinklinikka työympäristönä oli meille uusi. Pääsimme tavoitteeseen ja opimme paljon projektityöskentely taitoja. Kirjallisuuden avulla kasvatimme omaa säteilytietämystämme entistään.

**Tulostavoitteenamme** oli helposti luettavan ja selkeän oppaan tekeminen hevosklinikoille säteilysuojelusta. Oppaasta tuli A5 kokoinen opas vihkonen. Oppaassa on tietoa säteilyn vaaroista, käyttäytymisestä ja ideoita säteilysuojelun parantamiseksi. Otimme valokuvia oppaaseen, joiden avulla havainnollistimme avustajien sijoittumista ja erilaisten apuvälineiden käyttöä. Mielestämme pääsimme asettamaamme tavoitteeseen. Oppaan avulla työntekijöiden on mahdollista miettiä omaa säteilysuojautumistaan.

Projektimme päättymisen viivästyivät hieman alkuperäisestä aikataulusta. Saimme kuitenkin projektin päätöksen joulukuussa 2010. Projektin kustannusarvioiden osalta arviot pitivät paikkansa.

Tuotetta arvioivat oppaan tilaaja Onemed:n myyntipäällikkö Eini Tiihonen ja ohjaavat opettajamme Henner ja Jussila.

Suoritimme esitestauksen joulukuun alussa Oulun hevosklinikalla. Veimme sinne esitetaulomakkeita ja tulostetun version oppaasta. Oppaassa ei vielä esitetaulomakkeissa ollut valmiita valokuvia, joten kuvat oli luonnosteltu oppaaseen piirtämällä. Lomakkei-



den avulla saimme hevosklinikan työntekijöiltä kommentteja oppaan sisällöstä. Esiteslauslomakkeessa kysyttiin, saako oppaasta riittävästi informaatiota, onko teksti loogisesti etenevää ja selkeää, onko opas suunnattu hyvin kohderyhmälle, onko teksti helposti luettavissa ja onko riittävästi tekstiä tukevia kuvia.

Vastausten perusteella päätimme selventää ammattisanastoon liittyvää tekstiä ja laajentaa sanastoa. Korostimme lihavoimalla tärkeitä ja keskeisiä kohtia tekstistä. Niiden avulla lukijan huomio kiinnittyy tärkeisiin asioihin. Selvensimme myös oppaan otsikointia selkeämmäksi. Selkeämmän otsikoinnin myötä asioiden löytyminen oppaasta helpottuu.

## POHDINTA

Projektin päätavoitteena oli tuottaa säteilysojeluopas hevosklinikoille. Tarkoituksena oli tuoda esille säteilysojeluun vaikuttavia asioita ja säteilyn haittavaikutuksia. Projektin avulla siirrämme turvallisuuskulttuuria meille uuteen ympäristöön.

Eläinten kuvantaminen on lisääntynyt vuosi vuodelta. Suomessa tehdään arviolta yli 100 000 eläinröntgentutkimusta vuosittain. Näistä suurin osa koskee pieneläimiä, kuten kissoja ja koiria. Kasvanut hevoscanta on lisännyt tutkimusten määrää, joten hevosten kuvaaminen on lisääntynyt. (Eläinröntgentutkimukset 2009.) Vain osalla hevosia kuvaavista klinikoista on resursseja palkata klinikoille erikseen röntgenhoitajia radiologisia kuvauksia varten. Useimmiten kuvaukset suorittavat klinikan hoitajat ja eläinlääkärit. Tämän vuoksi on tärkeää, että myös eläinlääketieteen puolella on tarpeeksi tietoa säteilystä ja sen vaaroista.

Henkilökunnan tehtävä on huolehtia, että eläimen kuvaaminen sujuu turvallisesti. Henkilökunnan tulee olla turvallisuustietoista ja motivoitunutta työhönsä. Eläinten kuvantamisen turvallisuuteen on viime aikoina kiinnitetty paljon huomiota. Säteilyn turvallinen käyttö on peruslähtökohta säteilytyöntekijöiden ja asiakkaiden turvallisuuden parantamisessa. (Henner, Räsänen & Tolvanen 2010, 9-11, 22-23.)

Tutustuessamme hevosklinikan hevosröntgentoimintaan huomasimme siellä muutamia kehittämishaasteita. Hevosia kuvattaessa kuvausasennot ovat hankalia ja kasetin kiinnittäjää tarvitaan usein. Apuvälineitä on joissain tilanteissa hankala käyttää, koska hevoset ovat saaliseläimiä ja reagoivat herkästi rauhoituksesta huolimatta erilaisiin ärsykkeisiin. Säteilysojien käyttö koettiin joissakin kuvaustilanteissa hankalaksi niiden kömpelyyden vuoksi. Kuvaamisen etenemisen kannalta työntekijät eivät käytä useinkaan omistajia avustajina kuvauksissa. Tämän vuoksi työntekijöiden saama kokonaisannos saattaa kasvaa suureksikin, vaikkei yksittäisestä kuvasta saatu annos tuntuisikaan isolta. Työntekijöiden tulee tietää säteilyn haitat, säteilyltä suojautumisen tärkeys ja suojautumisen mahdollisuudet. Kuvauksessa mukana olevan tulee aina käyttää lyijykumiesili-

naa ja kilpirauhassuojaa ja kuvauksessa kasettia pitävän myös lyijykumihanskoja. Omalla toiminnallaan on mahdollista pienentää säteilyannoksen määrää.

Hevosille tehdään yleensä oston yhteydessä puolueeton ostotarkastus. Siinä käydään silmämääräisesti ja palpoiden läpi hevosen lihaksisto ja jänteet. Silmät, hampaat ja yleiskunto tarkastetaan. Juoksutuksen ja jalkojen taivutuskokeiden perusteella hevosen jalat yleensä kuvataan röntgensäteilyllä. Kuvauksiin vaikuttavat myös hevosen hinta, käyttötarkoitus ja omistajan toiveet. Jos hevosen hinta on korkea, ja se vakuutetaan, se on pakko kuvata (Hyvinkään hevossairaala. Ostotarkastukset 2009). Hevosia kuvattaessa kuvien määrä saattaa nousta yhtä hevosta kohden jopa 50:en. Kuvausarvot ovat isoa eläintä kuvattaessa myös väistämättä suuria. Työntekijät joutuvat toimimaan kuvauksissa avustajina ja kiinnipitäjinä päivittäin. Hevosista kuvataan eniten jalkoja ja mahan aluetta. Hevoset rauhoitetaan kuvausta varten, mutta avustajia ja kiinnipitäjiä tarvitaan silti melkein joka kuvaukseen. Eläinten parissa työskentelevät ovat yleensä nuoria naisia, joten heidän riskinsä säteilylle haitoilta ovat suuret. (Wickström, suullinen tiedonanto 2009.)

Tutustuminen hevosklinikkaan osoitti, ettei tietämys säteilyn vaaroista ja säteilyltä suojautumisesta ollut samantasoista, kuin mitä röntgenhoitajilla on. Oppaan tarkoituksena on lisätä tietämystä säteilyn haittavaikutuksista ja mahdollisuuksista suojautua säteilyltä. Oppaan avulla työntekijöiden on mahdollista parantaa omaa säteilyturvallisuuksiaan omilla työtavoillaan. Oppaan tarkoituksena on edistää säteilyturvallisuuksia hevosklinikoilla.

Toiminnallisena tavoitteenamme oli lisätä hevosklinikoilla työskentelevien työntekijöiden säteilytietoutta. Teimme oppaan, jonka avulla työntekijät voivat miettiä omia työskentelytapojaan säteilyltä suojautumisen huomioon ottaen. Oppaasta käy myös ilmi säteilyn mahdolliset haittavaikutukset.

Mielestämme projekti onnistui suunnitellusti. Tulostavoitteenamme oli tehdä selkeä ja helposti luettavissa oleva säteilysuojeluopas hevosklinikoille. Teimme helposti käytössä olevan, selkeän ja faktatietoon perustuvan oppaan. Opas sisälsi tietoa, jota työntekijät voivat soveltaa omassa työssään ja näin parantaa omaa säteilyltä suojautumistaan.

Oppimistavoitteenamme oli oppia projektityöskentelyä, yhteistyö- ja neuvottelutaitoja, tiimityöskentelyä sekä kompromissien tekemistä. Sen lisäksi tavoitteenamme oli oppia erilaisten työympäristöjen huomioiminen turvallisuuden kannalta. Eläinklinikka työympäristönä oli meille uusi. Pääsimme tavoitteeseen ja opimme paljon projektityöskentely taitoja. Aikaisempi tietämyksemme säteilystä ja siltä suojautumisesta kasvoi. Sen lisäksi pääsimme tutustumaan hevosklinikan toimintaa, laitteisiin ja siellä tapahtuviin kuvauskäytäntöihin.

Opas luovutetaan joulukuussa 2010 yhteistyökumppani Onemedin käyttöön, joka välittää sitä hevosklinikoiden laitehankintojen yhteydessä. Oppaan avulla hevosklinikoiden työntekijöiden tietämys säteilystä suojautumisesta ja sen tärkeydestä lisääntyy. Tiedon lisääntyessä työntekijöiden on mahdollista ottaa säteilystä suojautuminen huomioon omassa työtavoissaan ja näin vaikuttaa omiin saamiinsa säteilymääriin.

## LÄHTEET

Barter, J., Colles, C., Dyson, S., Kold, S. & Poulos, P. 2008 Clinical Radiology of the horse, Third edition. Wiley-Blackwell

Eläinröntgentutkimukset. Säteilyturvakeskus. Hakupäivä 17.4.2009.

[http://www.stuk.fi/proinfo/valvonta/elainrontgentutkimukset/fi\\_FI/elainrontgentutkimukset/](http://www.stuk.fi/proinfo/valvonta/elainrontgentutkimukset/fi_FI/elainrontgentutkimukset/)

Ewless, L & Simnett, I. 1995 Terveiden edistämisen opas. Sairaanhoidajien koulutussäätiö. Keuruu. Otava painolaitokset.

Henner, A., Räsänen, O. & Tolvanen P. 2010 Turvallinen säteilynkäyttö eläinten kuvantamisessa. Demodex (2), 9-11, 21-22.

Honkala, L. 2005. Radiologia Suomessa. Teoksessa M. Snellman. Jyväskylä. WSOY.

Hyvinkään hevossairaala. Ostotarkastukset. Ben Sykes & Ritva Kaikkonen Hakupäivä 27.5.2009

<http://www.hyvinkaanhevossairaala.fi/index.php?pageid=5&aid=29&lang=fi>

Hyvärinen, R. 2005 Millainen on toimiva potilasohje? Duodecim 16, 1769-1773.

Leppälä, K. & Nykänen, V. 1997 Projektiopas. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Espoo. Oy Edita Ab.

Kees D. & Gunsser, I. 1989. Atlas of Diagnostic Radiology of the Horse. Part 2: Diseases of the Hind Limb. Wolfe Publishing Limited.

Kettunen, A., Ahonen, P., Räsänen, O. & Servomaa, A. 2006. Lapset altistuvat herkästi säteilyn haittavaikutuksille. Pinsetti 2, 18-20.

Kunow, I. & Litke, H. 2004 Projektinhallinta. Helsinki. Oy Rastor Ab.

Manninen, E., Maunu, K. & Läksy, M-L. 1998. Opinnäytetyötä tehden ammattitaitoon. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

Miettinen, A., Pukkila, O. & Tapiovaara, M. 2004 Röntgensäteily diagnostiikassa. Teoksessa O. Pukkila, (toim) Säteilyn käyttö. Hämeenlinna. Karisto Oy. 13-171

Paile, W. 2002, Säteilyn haittavaikutusten luokittelu. Teoksessa W. Paile (toim) Säteily ja terveys. Hämeenlinna. Karisto Oy. 44-46

Palhovuo, E. 2009 Apua, hevonen ontuu. Hippos 4 Helsinki. Susamuru Oy.

Pelin, R. 1990 Projektin suunnittelu ja ohjaus käsikirja. Hämeenlinna. Karisto Oy

Pelin, R. 2004 Projektihallinnan käsikirja. Jyväskylä. Gummerus. Kirjapaino Oy.

Pelin, R. 2008 Projektihallinnan käsikirja. Jyväskylä. Gummerus kirjapaino Oy

Roger, C. 1998 Hyvältä näyttää. Jyväskylä. Gummerus kirjapaino Oy.

Röntgentilojen säteilyturvallisuus. Säteilyturvakeskus ST-ohje 3.6. Hakupäivä 08.10.2010

<http://www.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/ST3-6>

Silvan, S. 2007. Eläinröntgenissä käyvät rakkaat perheenjäsenet. Alara 3, 8-11.

Säteilyaltistuksen seuranta. Säteilyturvakeskus ST-ohje 7.1. Hakupäivä 8.10.2010

Säteilyasetus 1991/1512. Finlex. Hakupäivä 17.10.2010

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19910592>

Säteilylaki 1991/592. Finlex Hakupäivä 17.4.2009

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/199111512>

Säteilylähteiden varoitusmerkinnät. 2006, Säteilyturvakeskus ST-ohje 1.3. Hakupäivä 17.4.2009

<http://www.finlex.fi/data/normit/25997-ST1-3.pdf>

Säteilyn käyttöorganisaatio. Säteilyturvakeskus ST-ohje 1.4. Hakupäivä 08.10.2010

<http://www.finlex.fi/data/normit/18676-ST1-4.pdf>

Säteilyn käyttö eläinröntgentoiminnassa. Säteilyturvakeskus. Hakupäivä 17.4.2009

[http://www.stuk.fi/sateilyn\\_kaytto/fi\\_FI/elainrontgen/](http://www.stuk.fi/sateilyn_kaytto/fi_FI/elainrontgen/)

Säteilyturvallisuus työpaikalla. Säteilyturvakeskus ST-ohje 1.6. Hakupäivä 08.10.2010

<http://www.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/ST1-6>

Tekijänoikeuslaki (8.7.1961/404) <http://finlex.fi> Hakupäivä 09.09.2009

Terveysaineiston suunnittelun ja arvioinnin opas. Hakupäivä 6.10.2010

[http://www.health.fi/content/files/jul\\_laa\\_suunnitteluopas.pdf](http://www.health.fi/content/files/jul_laa_suunnitteluopas.pdf)

Valentin, J. 2007. Protection of the environment. C. H. Clement. International Commission on Radiological Protection 103, 133-135.

Wood, P. 2006 Yliopistollinen sairaala ja sen röntgentoiminta saa uudet tilat. Radiografia 3,10-12

Wickström, H. Eläinlääkäri. Oulun hevostlinikka. Suullinen tiedonanto. 25.5.2009

**LIITE 1. Aikataulu**

	<b>Tehtävän nimi</b>	<b>Alku pvm</b>	<b>Loppu pvm</b>	<b>Suunn. tunnit</b>	<b>Toteut. tunnit</b>
<b>1</b>	<b>Aiheeseen perehtyminen</b>	<b>11/08</b>	<b>5/09</b>	<b>180</b>	<b>205</b>
1.1	Säteilysuojeluun perehtyminen	11/08	5/09	100	75
1.2	Valmistavan seminaarityön kirjoittaminen	1/09	5/09	60	75
1.3	Valmistavan seminaarityön esittäminen ja korjaaminen	6/09	8/09	20	55
<b>2</b>	<b>Tuotekehityssuunnitelman laadinta</b>	<b>6/10</b>	<b>10/10</b>	<b>125</b>	<b>102</b>
2.1	Neuvottelut ja projektin asettaminen	6/10	10/10	10	8
2.2	Projektisuunnitelman kirjoittaminen	6/10	10/10	85	70
2.3	Projektisuunnitelman esittäminen ja korjaaminen	6/10	10/10	30	23
2.4	Sopimuksen hyväksyminen	6/10	10/10	1	1
<b>3</b>	<b>Tuotteen luonnostelu</b>	<b>9/10</b>	<b>10/10</b>	<b>145</b>	
3.1	Asiasisältö	9/10	10/10	50	
3.2	Lähdemateriaali	9/10	10/10	60	
3.3	Muoto ja tyyli	9/10	10/10	35	
<b>4</b>	<b>Tuotteen tekeminen</b>	<b>10/10</b>	<b>11/10</b>	<b>145</b>	
4.1	Oppaan laatiminen	10/10	11/10	110	
4.2	Oppaan korjaus ja viimeistely	10/10	11/10	30	
4.3	Oppaan esittely	11/10	11/10	5	
<b>5</b>	<b>Projektin päättäminen</b>	<b>11/10</b>	<b>12/10</b>	<b>130</b>	
5.1	Loppuraportin kirjoittaminen ja esittäminen	11/10	12/10	120	
5.2	Tuotteen toimittaminen	12/10	12/10	10	



**LIITE 2.** Laatukriteerit

<b>Laatukriteeri</b>	<b>Mitä se tarkoittaa</b>	<b>Miten siihen pääsemme</b>
<b>Tallennusmuoto</b>	Sähköinen vai paperinen	Oppaamme tulee luettavaksi paperisessa muodossa. .
	Tuotteen saatavuus	Opas on saatavilla yhteistyökumppaniltamme Onemediltä.
	Tuotteen säilytettävyyys	Opas painetaan painopaperille.
<b>Luettavuus</b>	Helppolukuinen	Esitämme asiat ymmärrettävästi.
	Selkeä	Käytämme lyhyitä lauserakenteita.
<b>Tekstin ulkoasu</b>	Fonttikoko ja – tyyppi	Käytämme selkeää fonttia.
	Rivinväli	Käytetämme rivinvälinä 1,5.
<b>Kuvat</b>	Tekstiä selkeyttävä kuvitus	Käytämme kuvia havainnollistamaan tekstiin liittyviä asioita.
<b>Tekstin sisältö</b>	Ymmärrettävyys	Vältämme ammattisanojen käyttöä ja painotamme käytännönläheisyyteen.