

Marleena Pikkarainen

## **SÄTEILYN VAIKUTUS KAIHIN SYNTYYN**

Tietoa säteilytyöntekijöille

# **SÄTEILYN VAIKUTUS KAIHIN SYNTYYN**

Tietoa säteilytyöntekijöille

Marleena Pikkarainen  
Opinnäytetyö  
Syksy 2019  
Optometrian tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Optometrian tutkinto-ohjelma

---

Tekijä: Marleena Pikkarainen

Opinnäytetyön nimi: Säteilyn vaikutus kaihin syntyyn – Tietoa säteilytyöntekijöille

Työn ohjaajat: Leila Kemppainen & Anja Henner

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2019

Sivumäärä: 49 + 5

---

Kaihi on yleisin sokeuden aiheuttaja maailmassa, lähes joka kolmannella yli 65-vuotiaalla on kaihi joko toisessa tai molemmissa silmissä. Suomessakin suoritetaan vuosittain 50 000 – 60 000 kaihileikkausta. Kaihin ainoa hoitomuoto on leikkaus. Kaihi muodostuu ikääntymisen seurauksena, kun mykiön aineenvaihdunta muuttuu. Kaihin muodostumisen riskiä lisäävät kuitenkin huonot elintavat, perintötekijät ja muun muassa ionisoiva säteily.

Ionisoivaa säteilyä esiintyy hiukkassäteilynä ja sähkömagneettisena aaltoliikkeenä. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin sähkömagneettista aaltoliikettä oleviin ionisoiviin säteilylajeihin, erityisesti röntgensäteilyyn. Suoraa syytä, miten säteily vaikuttaa kaihin syntyyn ei tiedetä, mutta ionisoivan säteilyn merkitys mykiön samentumisessa on tunnettu. Ionisoiva säteily on riittävän suurenergistä muokkaamaan solujen perimää, mitä pidetäänkin suurimpana vaikuttajana kaihinkin muodostumisessa.

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tuotoksena syntyi sähköinen tietopaketti kaihista säteilytyöntekijöille toimeksiantajan, Oulun ammattikorkeakoulun, toiveesta. Opinnäytetyö oli projektimuotoinen. Projektin pitkän aikavälin tavoitteena oli lisätä kohderyhmän tietoisuutta kaihista ja säteilyn vaikutuksesta sen syntyyn ja lyhyen aikavälin tavoitteen on tarkoitus auttaa siinä. Lyhyen aikavälin tavoite oli tietopaketin lisääminen Oulun ammattikorkeakoulun röntgenhoitajaopiskelijoiden opetukseen

Webropol-ohjelmalla tuotetulla palautekyselyllä saatiin kohderyhmään kuuluvien Oulun ammattikorkeakoulun röntgenhoitajaopiskelijoiden mielipiteitä ja kehitysehdotuksia esitteestä. Vastausprosentti jäi hyvin pieneksi eikä palaute siten vastaa koko kohderyhmän mielipidettä. Palautekyselyyn saatujen vastausten perusteella projekti oli kuitenkin onnistunut. Tuotoksen ja opinnäytetyön tietoperusta on koottu lähinnä ulkomaisista tutkimuksista, suomalaisista artikkeleista ja lainsäädännöstä. Esitteen sähköinen versio on myös kaikkien löydettävissä ja luettavissa.

---

Asiasanat: kaihi, ionisoiva säteily, säteilysuojelu, tietopaketti, toiminnallinen opinnäytetyö

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree programme in Optometry

---

Author: Marleena Pikkarainen

Title of thesis: Säteilyn vaikutus kaihin syntyyn – Tietoa säteilyöntekijöille

Supervisor(s): Leila Kemppainen & Anja Henner

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2019

Number of pages: 49 + 5

---

Cataract is the most common cause of blindness in the world, with almost one of three people over the age of 65 having cataract. Only in Finland, 50 000 to 60 000 cataract surgeries are performed each year. There is no other cure for cataract than surgery. Cataract occurs as a result of aging as the metabolism of the lens changes. However, the risk of cataract formation is increased by poor lifestyle, hereditary factors and, among other things, ionizing radiation.

Ionizing radiation can be either particle radiation or electromagnetic wave motion. This thesis focuses on electromagnetic wave motion types, especially X-ray. The exact mechanism of radiation cataractogenesis is still not fully understood. Ionizing radiation has energy high enough to modify the cellular genome, which is considered to be the biggest factor in the formation of cataract.

The result of this functional thesis was the creation of an electronic information package. Package includes information of cataract and radiation cataractogenesis for radiation workers at the request of the commissioner, Oulu University of Applied Sciences. The thesis was project-based. The aim of the project was to increase the awareness of the target group about cataracts and the impact of radiation on its occurrence. The knowledge base of the output and thesis is mainly compiled from foreign studies, Finnish articles and legislation.

A feedback questionnaire produced by the Webropol program provided opinions and development suggestions of students in the Degree programme in Radiography and Radiation Therapy in Oulu University of Applied Sciences. The response rate was very low and thus the feedback did not reflect the opinion of the entire target group. However, based on the responses to the feedback survey, the project was a success. The long-term goals are likely to be achieved if the information package is used for example at Oulu University of Applied Sciences. An electronic version of the prospectus is also available for everyone to use.

---

Keywords: cataract, ionizing radiation, radiation protection, information kit, project

# SISÄLLYS

SISÄLLYS .....	5
1 JOHDANTO .....	7
2 SILMÄN ANATOMIAA JA FYSIOLOGIAA .....	8
2.1 Silmän anatomiaa .....	8
2.2 Silmän taittovoima.....	10
3 SÄTEILY .....	12
3.1 Ionisoiva säteily .....	13
3.2 Säteilysuojelu.....	14
3.2.1 Säteilyn suureita ja yksiköitä.....	14
3.2.2 Säteilysuojelun periaatteet.....	15
3.2.3 Säteilyltä suojautuminen .....	16
4 KAIHI .....	18
4.1 Kaihin muodostuminen.....	18
4.2 Kaihityypit samentumien sijainnin mukaan .....	19
4.2.1 Tumakaihi.....	19
4.2.2 Kapselinalainen kaihi .....	20
4.2.3 Kuorikerroksen kaihi .....	21
4.3 Säteily vaikuttamassa kaihin syntyyn.....	21
4.4 Kaihin ehkäisy ja hoito .....	22
4.5 Leikkauksen jälkeiset komplikaatiot .....	24
5 PROJEKTIN SUUNNITTELU.....	26
5.1 Kohderyhmät ja hyödynsaajat .....	26
5.2 Tarkoitus ja tavoitteet .....	27
5.3 Projektiorganisaatio .....	28
6 PROJEKTIN TOTEUTUS.....	30
7 PROJEKTIN JA TUOTTEEN ARVIOINTI .....	32
7.1 Palautekysely .....	32
7.2 Projektin tavoitteiden saavuttaminen.....	36
7.2.1 Kustannusarvio .....	36
7.2.2 Riskienhallinta.....	37

8	POHDINTA .....	40
8.1	Projektin onnistuminen.....	40
8.2	Muutos- ja jatkotutkimusehdotuksia .....	42
	LÄHTEET .....	44
	LIITTEET .....	50

# 1 JOHDANTO

Maailman eniten sokeutta aiheuttava tauti on kaihi. Kaihi aiheuttaa silmän mykiön kovettumista ja samentumista näköä haittaavasti. Kaihipotilas kokee usein näön sumenemista, aiempaa enemmän häikäistymistä ja esimerkiksi värien kellertävyyttä. Kaihi kehittyy jokseenkin osana normaalia ikääntymistä, kun elimistön metabolia muuttuu. Sen esiintyvyyden riskiä kasvattaa ja aikaistaa muun muassa tietyt lääkkeet, tupakointi ja liikalihavuus sekä ionisoiva säteily. (Kaihi (aikuiset) 2019, viitattu 31.10.2019.) Ionisoivaa säteilyä on esimerkiksi hiukkassäteily ja röntgensäteily. Röntgensäteilyä käytetään laajalti varsinkin lääketieteessä sen kudoksien tiheyden mukaan eroavan läpäisevyyden takia. Säteilytyöntekijät pyrkivät suojautumaan säteilyltä työssään, mutta aina kokonaan suojan taakse meneminen ei onnistu. Silloin käytössä ovat mm. suojaesiliinat ja suojalasit. (STUK 2019, viitattu 31.10.2019.)

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda säteilytyöntekijöille tietopaketti silmien suojaamisen merkityksestä kaihin kehittymisen kannalta. Opinnäytetyö aloitettiin luomalla projektisuunnitelma, jossa tuli käydä ilmi muun muassa projektin tarkoitus ja tavoitteet. Suunnitelman luomisen jälkeen alkoi varsinaisen projektin toteuttaminen, eli tässä tapauksessa tietopaketin muotoilu ja sisällön tuottaminen. Projektin tuotoksena syntyi lyhyt sähköinen esitemuotoinen informaatiopaketti kaihin synnystä, sen vaikutuksesta näkemiseen ja sen hoidosta. Esitteessä sivuttiin lisäksi ionisoivan säteilyn annosrajoja säteilytyöntekijöillä ja säteilyltä suojautumista työympäristössä. Tuotoksen valmistuttua pystyttiin osalle kohderyhmää lähettämään palautekysely, jonka avulla saatiin selville esimerkiksi tuotoksen käytettävyyden heidän kannaltaan. Tietopaketin valmistuttua saatiin viimeistelyä opinnäytetyön sisältö ja raportointi.

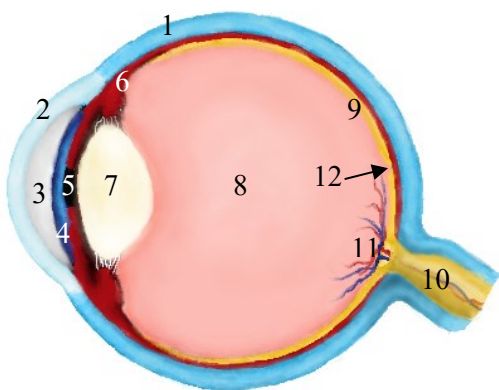
Pitkän aikavälin tavoitteena projektilla on kohderyhmän tietoisuuden lisääminen aiheesta. Lyhyellä aikavälillä tavoitteeksi asetettiin tietopaketin lisääminen Oulun ammattikorkeakoulun radiografian ja säteilyhoidon tutkinto-ohjelmaan. Oulun röntgenhoitajaopiskelijoiden lisäksi projektin kohderyhmä koostuu muista säteilytyöntekijöistä ja muiden ammattikorkeakoulujen opiskelijoista. Kohderyhmä ja muut hyödynsaajat voivat tarkastella projektin tuotosta kaikille saatavilla olevasta verkkoversiosta.

## 2 SILMÄN ANATOMIAA JA FYSIOLOGIAA

### 2.1 Silmän anatomiaa

Silmät sijaitsevat ihmisellä luiden ympäröimässä orbitassa rasvakerroksen suojissa. Silmän tehtävänä on muodostaa kuva ympäristöstä, mikä onnistuu verkkokalvon valoastinsolujen avulla. Valo saa aikaan näköastinsoluissa kemiallisia reaktioita ja niiden muututtua sähköisiksi impulsseiksi näköinformaatio siirtyy aivoihin näköhermoa pitkin. Muut silmän osat ovat näkemisen kannalta toissijaisia, niiden tarkoituksena on suojata ja ravita verkkokalvoa ja näköhermoa tai auttaa valon kohdistumista verkkokalvolle. (Forrester, Dick, McMenemy, Pearlman & Roberts 2016, 17.)

Keskimäärin ihmisen silmä on pituudeltaan 24 mm anterioposteriorisesti ja halkaisijaltaan noin 23 millimetriä. Uloimpana suojapeittona silmässä on kuvion 1 mukaisesti kovakalvo, joka on paksuimmillaan 1,0 mm ja ohuimmillaan 0,3 mm paksu. Se suojaa silmämunaa ja pitää yllä sen pallomaista muotoa. Kerroksellisesti kovakalvo muodostuu lamina fuscata, stroomasta ja episkleerasta viimeisimmän ollessa uloin rakenne. Kovakalvo ulottuu aina silmän etuosaan, limbukseen, missä samea rakenne muuttuu läpinäkyväksi sarveiskalvoksi. (Forrester ym. 2016, 20-21.)



*KUVIO 1. Silmän anatomiakuva, missä 1. kovakalvo, 2. sarveiskalvo, 3. etukammio, 4. iiris eli värikalvo, 5. pupilli, 6. suonikalvosto, 7. linssi eli mykiö, 8. lasiainen, 9. verkkokalvo, 10. näköhermo, 11. näköhermonpää eli papilla, 12. makula (mukaillen Heiting 2017)*



Sarveiskalvo on valon taittumisen kannalta tärkein rakenne, koska kaksi kolmasosaa koko valon taitumisesta tapahtuu ilman, kyynelneesten ja sarveiskalvon rajapinnoilla. Sarveiskalvo koostuu viidestä kerroksesta: epiteelistä, Bowmanin kerroksesta, stroomasta, Descemetin membraanista ja endoteelistä. Sarveiskalvossa ei ole verisuonia, koska rakenteen on oltava läpinäkyvä. Se saa tarvitsemansa ravintoaineet anteriorisesti kyynelneesten kautta ja posteriorisesti etukammionesteen välityksellä. (Bowling 2016, 168.)

Sarveiskalvon takana on kammionestettä täynnä oleva etukammio. Silmänpaine koostuu kammionesteen muodostuksen ja sen ulosvirtauksen välisestä suhteesta (Bowling 2016, 307). Etukammio rajoittuu posteriorisesti värikkäalvoon, eli iirikseen. Iris määrittää silmän värin ja toimii valon määrän säätelijänä. Iris ympäröi mustuaisaukkoa eli pupillia, ja lihaksillaan iris joko supistaa tai laajentaa pupillia päästäen eri määrän valoa silmän sisälle. (Forrester ym. 2016, 26-28.)

Iris on osa silmän keskimmäistä kerrosta, uveaa. Uvea eli suonikalvosto koostuu iiriksen lisäksi siliarilihaksesta ja suonikalvosta. Siliarilihaksen päätehtävinä on silmän akkommodaatio ja kammionesteen muodostus. Akkommodaatiolla tarkoitetaan silmän kykyä tarkentaa katse eri etäisyyksille, mikä onnistuu muokkaamalla mykiön muotoa (Shiel 2017, viitattu 13.10.2019). Siliarilihas kiinnittyy mykiöön pienillä rihmastoilla, zonuloilla. Lihaksen supistuessa lähelle katsellessa rihmat pääsevät löystymään ja niiden pitelemä mykiö pyöristyy. Pyöristyessä mykiön kaarevuus kasvaa ja valo taittuu siinä jyrkemmin ja näin ollen silmän taittovoima kasvaa. Mykiö toimii valontaittumisen hienosäätäjänä, se taittaa valoa noin kolmasosan verran silmän koko taittovoimasta. (Forrester ym. 2016, 26-30, 35.)

Silmän keski- ja takaosissa sijaitsee uvean viimeisin osa, suonikalvo. Suonikalvossa on nimensä mukaisesti paljolti verisuonia ja sen päätehtävänä onkin ravita verkkokalvon uloimpia osia. Verkkokalvo on silmän tärkein rakenne. (Forrester ym. 2016, 55; Heiting 2017, viitattu 13.10.2019.) Verkkokalvo koostuu kymmenestä kerroksesta mutta se voidaan jakaa karkeasti neurosensoriseen osaan ja pigmenttiepiteeliin. Neurosensorinen verkkokalvo on oikeastaan erikoistunut aivojen jatke, koska se koostuu valoistinsoluista, joiden gangliosolut muodostavat näköhermonpään, joka taas kulkeutuu suoraan aivoihin. (Ento Key 2018, viitattu 13.10.2019.)

Lasiainen täyttää suurimman osan koko silmän tilavuudesta. Lasiainehyytelö koostuu lähes ainoastaan vedestä, jonka lisäksi siinä on hyaluronihappoa, eri tyyppisiä kollageeneja ja muun muassa fibronektiiniä. (Forrester ym. 2016, 37.) Lasiainen ylläpitää silmän muotoa ja tukee esimerkiksi linssiä ja verkkokalvoa paikoillaan. Se myös varastoi silmän tarvitsemia ravintoaineita. (Ento Key 2016, viitattu 14.10.2019.)

## **2.2 Silmän taittovoima**

Silmän taittovoima koostuu pääosin sarveiskalvon ja mykiön taittokykyjen määrästä. Osaltaan myös muut silmän rakenteet, kuten lasiainen ja kammionesteet taittavat kulkevaa valoa hieman ennen kuin se osuu verkkokalvolle. Näiden osuus taittovoimasta on kuitenkin verraten pieni. (HealthEngine 2007, viitattu 19.10.2019.)

Keskimäärin silmän taittovoima on noin 60 dioptriaa [ $D=1/m$ ], josta sarveiskalvon taittovoima on noin 40 D ja mykiön 20 D. Taittumisen jälkeen valo osuu verkkokalvolle, kunhan silmän pituus on suhteessa taittokykyyn sopiva, eli silmä on emmetrooppinen. Mikäli silmän taittokyky ja aksiaalinen pituus eivät ole toistensa suhteen sopivia, valo muodostaa tarkan kuvan muualle kuin verkkokalvolle. Tällöin kyseessä on ametropia. (Benjamin 2006, 38; Forrester ym. 2016, 279. Viitattu 19.10.2019.)

### **Myopia**

Jos ametrooppinen silmä on liian pitkä taittokykyinsä nähden, kyseessä on myooppinen silmä. Valo taittuu liian jyrkästi ja tarkka kuva muodostuu verkkokalvon eteen. Sen voi aiheuttaa joko se, että silmän aksiaalinen pituus on suhteessa liian pitkä taittovoimaan nähden, tai se, että taittovoima on liian suuri suhteessa silmän pituuteen. Kummassakin tapauksessa valo saadaan tarkentumaan verkkokalvolle käyttämällä silmälaseja tai piilolinsskejä miinusvoimakkuudella, eli vähentämällä silmän taittovoimaa. (Benjamin 2006, 38. Viitattu 19.10.2019.)

## **Hyperopia**

Jos silmä taas on liian lyhyt suhteessa taittokykyyn, tai taittovoima on liian pieni pituuteen nähden, on kyseessä hyperopia. Hyperooppinen silmä taittaa valoa liian loivasti aksiaaliin suuntaan nähden, jolloin tarkka kuva muodostuu verkkokalvon taakse. Kuva saadaan verkkokalvolle lisäämällä taittovoimaa pluslinsseillä tai akkommodaatiolla. (Benjamin 2006, 49. Viitattu 19.10.2019.)

## **Astigmatismi**

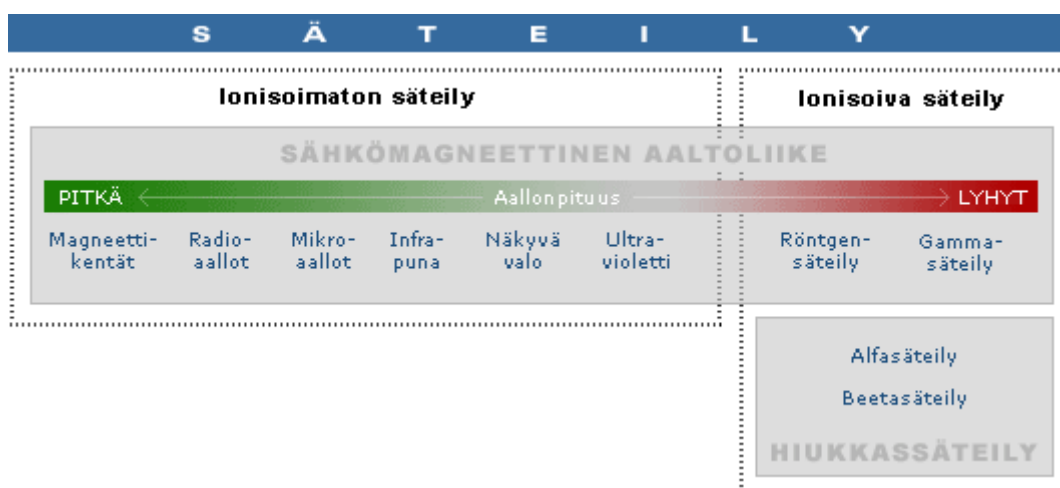
Astigmatismi eli hajataitteisuus aiheutuu silmä taittavien pintojen asfäärisyydestä. Koska sarveiskalvo tai mykiö eivät ole pallopintaisia, valo taittuu eri kohdasta pintaa eri tavalla. Useimmiten sarveiskalvolla on kaksi eri pääleikkaussuuntaa, jotka ovat toisiaan nähden kohtisuorassa suunnassa. Koska sarveiskalvo taittaa valoa eniten, sen pinnanmuotojen vaihtelu vaikuttaa valon taittumiseen merkittävästi. Kahden pääleikkaussuunnan vaikutuksesta valo tarkentuu kahdelle eri etäisyydelle ja tuloksena on epäselvä jopa kaksoiskuvamainen kuva. Kummatkin leikkauspisteet saadaan verkkokalvolle vain linsseillä, joissa on eri voimakkuus eri suunnassa, eli lisäämällä sylinterivoimakkuus linssiin. (Benjamin 2006, 51-53. Viitattu 19.10.2019.)

## **Presbyopia**

Presbyopialla eli ”ikänäöllä” tarkoitetaan silmän akkommodaatiokyvyn heikkenemistä osana normaalia ikääntymistä. Nuorena silmä pystyy akkommodoimaan eri etäisyyksille supistamalla siliaarilihasta ja siten pyöristämällä mykiötä. Vanhemmiten mykiön kimmoisuus ja kyky muuttaa muotoaan vähenee. Tämän takia mykiö ei pysty kasvattamaan taittovoimaansa lähityöskentelyä varten. Presbyopiaa korjataan joko lukulaseilla, jos vain lähityöskentely vaatii silmälasikorjausta, tai monitehoilla, jos myös kaukonäkö on korjauksen tarpeessa. (Benjamin 2006, 285, 2041. Viitattu 19.10.2019.)

### 3 SÄTEILY

Säteily voi olla sähkömagneettista aaltoliikettä tai hiukkassäteilyä, joka on aina ionisoivaa. Sähkömagneettinen aaltoliike voi olla ionisoivaa tai ionisoimatonta. Ionisoimaton säteily on matalaenergisempää ja aallonpituudeltaan pidempää (CDC 2015, viitattu 29.10.2019). Ionisoimatonta säteilyä ovat esimerkiksi radioaallot, mikroaallot ja näkyvä valo (kuvio 2). Ultraviolettivalon suurien energiain eli lyhytaaltoisimmat säteet ovat ionisoivaa säteilyä, mutta pidempiaaltoisena ( $\lambda = 280 - 400 \text{ nm}$ ) UV-säteily on ionisoimatonta. Auringosta maan pinnalle asti saapuva UV-säteily ei ole ionisoivaa, koska ionisoiva osa UV-säteilystä absorboituu ilmakehään. (American Cancer Society 2019, viitattu 29.10.2019.) Ultraviolettivaloa matalaenergisemmät säteilylajit ovat siis ionisoimatonta ja korkeaaenergisiä ionisoivaa säteilyä (STUK 2019, viitattu 29.10.2019).



KUVIO 2. Säteilylajit (STUK 2019, viitattu 29.10.2019)

Ionisoimatonta säteilyä käytetään laajalti eri käyttötarkoituksiin, kuten radiolähetyksiin. Matalaenergisiä säteilyinä sähkömagneettinen säteily ei pääse vaurioittamaan soluja, eikä edes läpäise ihoa. Ne voidaan kuitenkin tunkea lämpönä tai aistia näköhavaintona. (STUK 2019, viitattu 29.10.2019.) Näkyvän valon aallonpituus on  $400 - 780 \text{ nm}$ , lyhemät aallonpituudet nähdään violetina ja sinisenä, pidempiaaltoinen säteily punaisena (Helmenstine 2019, viitattu 29.10.2019).

### **3.1 Ionisoiva säteily**

Ionisoiva säteily on tarpeeksi suurienergistä muokkaamaan solujen perimää ja on siksi haitallista elimistölle aiheuttaen pahimmillaan muun muassa syöpää. Ionisoivaa säteilyä syntyy radioaktiivisista aineista ja esimerkiksi röntgenlaitteissa. Ionisoiva säteily voi olla joko sähkömagneettista aaltoliikettä tai hiukkassäteilyä. (STUK 2019, viitattu 29.10.2019.)

Hiukkassäteilyä ovat alfa- ja beetasäteily, eli atomin ytimen hajotessa sieltä lähtee suurienerginen alfa- tai beetahiukkanen. Alfasäteily ei läpäise ihoa, mutta on vaarallista joutuessaan elimistöön esimerkiksi hengitysilman kautta. Beetahiukkaset pystyvät tunkeutumaan ihoon, ja beetasäteilevät tuotteet ovat vaarallisia niin iholla kuin päästessään elimistöön. (STUK 2019, viitattu 29.10.2019.)

Virittynyt atomin ydin voi lähettää myös gammasäteilyä, eräänlaisia energiapakkauksia. Gammasäteily ei kuitenkaan ole hiukkassäteilyä, vaan sähkömagneettista aaltoliikettä. Gammasäteily on läpätunkevinta säteilyä ja siltä on vaikea suojautua. Tarvitaan paksu kerros betonia, terästä tai lyijyä gammasäteilyn vaimentamiseen. (STUK 2019, viitattu 29.10.2019.)

### **Röntgensäteily**

Röntgensäteilyn on keksinyt W. C. Röntgen vuonna 1895. Hän huomasi, että korkeajännitteisen katodisädeputken läheisyydessä olevat kiteet suojauksesta huolimatta loistivat fluoresoivaa valoa. Putki tuotti jonkinlaista energiaa, joka lävisti tumman suoja-paperin, mutta sai kiteet loistamaan. Huomattiin, että kyseinen säteily pystyi läpäisemään pehmytkudoksia, mutta ei luuta. Nykyään röntgensäteilyä käytetään rakenteellisten komponenttien sekä luiden ja hampaiden kuvantamiseen ja arvioimiseen sekä esimerkiksi läpivalaisulaitteissa lentokentillä. (Lucas 2018, viitattu 29.10.2019.)

Röntgensäteilyä tuotetaan röntgenputkessa. Tyhjiöputkessa on hehkukatodi, ja anodi, joka kestää hyvin lämpöä. Näiden välille kytketään korkea jännite, 5 – 400 kV, minkä vaikutuksesta elektronit irtoavat katodilta ja liikkuvat suurella nopeudella anodia kohti

törmäten siihen lopulta. Osa elektronien liike-energiasta niiden hidastuessa muuttuu sähkömagneettiseksi säteilyksi, röntgensäteilyksi. (STUK 2019, viitattu 29.10.2019.)

## 3.2 Säteilysuojelu

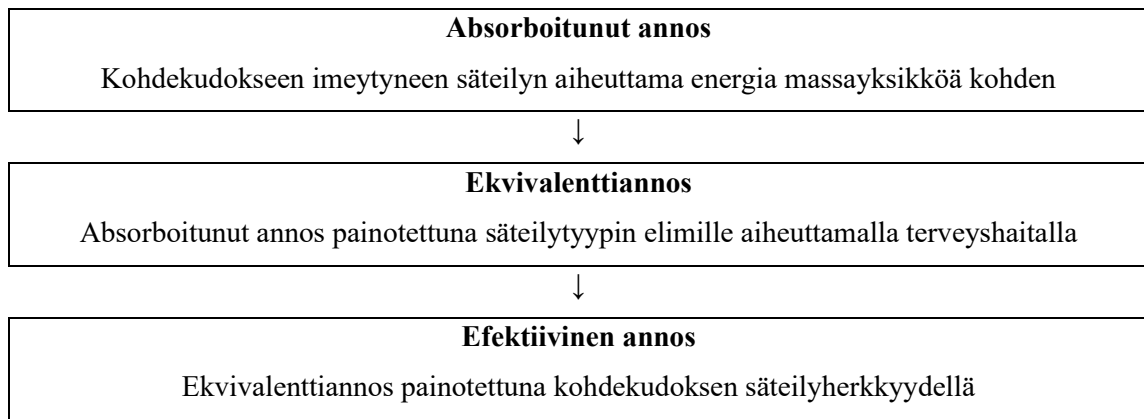
Tässä opinnäytetyössä keskitytään lääketieteellisessä käytössä oleviin säteilylähteisiin ja niiden säteilyltä suojautumiseen. Opinnäytetyössä ei oteta kantaa potilaan säteilyltä suojautumiseen, ainoastaan säteilytyöntekijöiden.

### 3.2.1 Säteilyn suureita ja yksiköitä

Radioaktiivisen aineen aktiivisuus kertoo, kuinka monta atomia hajoaa aikayksikössä. Yksikkönä on Becquerel [ $Bq=1/s$ ]. Kun ainemäärässä hajoaa yksi atomi sekunnissa, on aineen aktiivisuus 1 Bq. Becquerel on siis pieni yksikkö, ja useimmiten käytetäänkin kBq tai MBq (kilo- tai megabecquerel). Annosnopeudella taas ilmaistaan säteilyannoksen määrää tietyssä ajassa [ $Sv/h$ ]. (Rantanen 2000, viitattu 1.11.2019.)

Säteilyannoksia kuvataan erinäisillä käsitteillä, kuten absorboitunut annos ja efektiivinen annos. **Absorboitunut annos** kuvaa säteilyn jättämää energiamäärää kohdeaineessa massayksikköä kohden. Yksikkönä käytetään graytä [ $Gy=J/kg$ ]. **Ekvivalenttiannos** ottaa huomioon terveyshaitat, se ilmaisee tietylle elimelle tai kudokselle säteilystä aiheutuvaa terveydellistä haittaa. (Aarnio 2019; Rantanen 2000, viitattu 1.11.2019.) Säteilyn aiheuttamaa terveydellistä kokonaishaittaa kuvaa suure **efektiivinen annos**. Se koostuu kunkin kudoksen tai elimen absorboituneesta annoksesta, säteilylajien haittakertoimista sekä painokertoimista, jotka kuvaavat kunkin kudoksen tai elimen säteilyherkkyyttä. Yksiköksi saadaan sievert [ $Sv=J/kg$ ]. (Rantanen 2000, viitattu 1.11.2019.) Painotuskertoimet löytyvät liitteistä 1 ja 2.

Vaikka grayn ja sievertin yksiköt ovat molemmat  $J/kg$  (joulea per kilogramma), ne mittaavat eri asioita. Absorboitunut annos (Gy) mittaa nimenomaisesti vain imeytyneen säteilyn energiamäärää, kun taas ekvivalenttiannos (Sv) kertoo kohdekudokseen aiheutuneen terveydellisen haitan. (ICRP Publication 103, 2007. Viitattu 31.10.2019.) Annosuureet koottu kuvioon 3.



*KUVIO 3. Säteilyannoksien yksikköjä (mukaihen ARPANSA 2019, viitattu 31.10.2019)*

### 3.2.2 Säteilysuojelun periaatteet

International Commission on Radiological Protection, ICRP, eli kansainvälinen säteily-suojelutoimikunta on koonnut suosituksia, joihin säteilysuojelun periaatteet perustuvat. Säteilyn käytön tulee täyttää peruseriaatteet ollakseen hyväksyttävää. Oikeutusperiaate, optimointiperiaate ja yksilönsuojaperiaate ovat nämä peruseriaatteet. Oikeutusperiaatteen mukaan hyöty, mikä saadaan säteilyn käytöstä, tulee olla suurempi kuin siitä aiheutuva haitta. Optimointiperiaate (ALARA: As Low As Reasonably Achievable) painottaa säteilyaltistuksen määrää, se on pidettävä niin alhaisena kuin vain on kohtuudella mahdollista. Yksilönsuojeluperiaate varmistaa, että yksilön saama säteilyaltistus ei saa ylittää asetettuja annosrajoja. (STUK 2019, viitattu 1.11.2019.)

Säteilytyöntekijöille on asetettu omat annosrajansa Valtioneuvoston asetuksessa ionisoivasta säteilystä 1034/2018 13§. Sen mukaan säteilytyöntekijälle aiheutuva efektiivinen annos ei saa ylittää 20 mSv vuodessa. Silmän mykiön ekvivalenttiannos ei taas saa olla yksittäisenä vuonna suurempi kuin 50 mSv, mutta se ei saa ylittää myöskään viitenä peräkkäisenä vuonna yhteensä 100 mSv. Ihon saama ekvivalenttiannos ei saa olla keskimääräisesti suurempi kuin 500 mSv vuodessa eniten altistusta saaneen yhden neliösenttimetrin suuruisella alueella. Yli 500 mSv vuodessa ei saa ylittää myöskään käsien, käsi-varsiin, jalkaterien ja nilkkojen ekvivalenttiannos. Säteilyn käyttöä ja annosrajoja valvoo Säteilyturvakeskus (STUK 2019, viitattu 1.11.2019).

### 3.2.3 Säteilyltä suojautuminen

Säteilysuojelu alkaa jo säteilyn käytön suunnittelusta ja lainsäädännöstä. Esimerkiksi säteilylähteen käyttötilojen ja ympärillä olevien tilojen säteilysuojaukset täytyy suunnitella siten, että lähteen aiheuttama säteilyaltistus jää niin pieneksi kuin kohtuullisesti on mahdollista. (Säteilylähteiden käyttötilojen suunnittelu ST 1.10 / 2011, viitattu 1.11.2019.) Tässä opinnäytetyössä keskitytään henkilökohtaiseen suojautumiseen ja varsinkin silmien suojelemiseen säteilyltä.

Kolme säteilysuojelun peruspilaria ovat aika, etäisyys ja suojautuminen. Säteilylähteen lähellä vietetty aika kannattaa pitää mahdollisimman lyhyenä, koska imeytyneen säteilyn määrä riippuu ajasta, jonka säteilylle altistuu. Etäisyyden kasvattaminen säteilylähteeseen on tärkeää säteilyannoksen pienentämisen kannalta, sillä kun etäisyys lähteeseen kaksinkertaistuu, säteilyn intensiteetti pienenee neljännekseen alkuperäisestä. Suojainten käyttö perustuu säteilyn vaimentamiseen, eli sen intensiteetti pienenee kuljettuaan suojaimen läpi. Alfa- ja beetasäteilyä saadaan vaimennettua jo paperilla ja muovilla, mutta gammasäteilyn ja röntgensäteilyn vaimentamiseen tarvitaan paksusti betonia tai lyijyä. (Institute of Medicine 1997. Viitattu 1.11.2019.)

Lyijy toimii suojana, joka pienentää röntgensäteiden vaikutusta estämällä tai kimmottamalla partikkeleita. Vaimeneminen perustuu säteilyn ja suojamateriaalin välisen vuorovaikutukseen, absorptioon ja sirontaan. (Jaquith 2019, viitattu 1.11.2019.) Röntgensäteiltä suojautumiseen käytetään sermejä, essuja, kilpirauhassuojia ja silmäsuojia, jotka sisältävät lyijyä 0.125 – 1.00 mmPb, eli lyijyekvivalenttia (Linnala, sähköpostiviesti 30.8.2019). Lyijyekvivalentti kertoo, kuinka paksusti lyijyä tarvittaisiin, jotta se vaimentaisi säteilyä yhtä paljon kuin kyseinen materiaali (Law insider 2019, viitattu 1.11.2019). Esimerkiksi 0.25 mmPb lyijyekvivalenttinen suojamateriaali vaimentaa yhtä voimakasta röntgensäteilyä yhtä paljon kuin 0.25 mm puhdasta lyijyä.

Käytössä olevat lyijysuojat vaimentavat säteilyä 90 %, eli noin 10 % alkuperäisestä säteilyn määrästä läpäisee suojamateriaalin. Suojien vaimennusmääriä on kuitenkin tutkittu ja on saatu keskenään eriäviä tuloksia. Lyijyesiliina ja -sermi, joiden lyijyekvivalentti oli 0,25, päästivät lävitseen keskimäärin 7,1 % säteilystä, ja 0,254 mm paksun lyijykappaleen läpäisemä säteily oli 5,4 % alkuperäisestä säteilyn määrästä. Säteilyn määrää lisätessä,



materiaalien läpäisevä säteilyn määrä kasvoi oletetusti. Suojamateriaalien vaimennus oli vähintään noin 80 %. (Christodoulou, Goodsitt, Larson, Darner, Satti & Chan 2003. Viitattu 2.11.2019.) Uudemman tutkimuksen tulokset osoittivat, että potilaasta sironnut säteily vaimentui lääkärien 0,50 mmPb kilpirauhassuojista kolmasosan (Hyun, Kim, Jahng & Kim 2016. Viitattu 2.11.2019).

Lyijyä sisältävien, 0,25 mmPb, suojalasiin tutkittiin kuitenkin pienentävän mykiön saaman säteilyannoksen määrää viisin- tai kymmenkertaisesti (Thornton, Dauer, Altamirano, Alvarado, Germain & Solomon 2010. Viitattu 2.11.2019). Suojalasi, joiden linssit olivat 0,50 lyijyekvivalenttisia ja paksut aisat 0,25 mmPb, vähensivät neuroradiologien saamaa säteilyannosta merkittävästi. Nopeammissa, diagnostisissa tutkimuksissa, jotka kestivät keskimäärin 7,6 minuuttia, silmien saama säteily oli ilman lyijylaseja 8,0  $\mu\text{Sv}$  (mikrosievert,  $\text{Sv}^{-3}$ ), ja lyijylaseja käyttäen 1,7  $\mu\text{Sv}$ . Pidemmässä, yli tunnin mittaisissa operatioissa silmien saama 168,6  $\mu\text{Sv}$  säteilyannos saatiin laskettua suojalaseja käyttämällä 33,2  $\mu\text{Sv}$ . Arvot ovat korjattuja keskiarvoja. Lyijysuojalasiin käyttö siis vähensi silmien saamaa säteilyannosta keskimäärin viisinkertaisesti. (Tavares, Sacadura-Leite, Matoso, Neto, Biscoito, Campos & Sousa-Uva 2016. Viitattu 2.11.2019.)

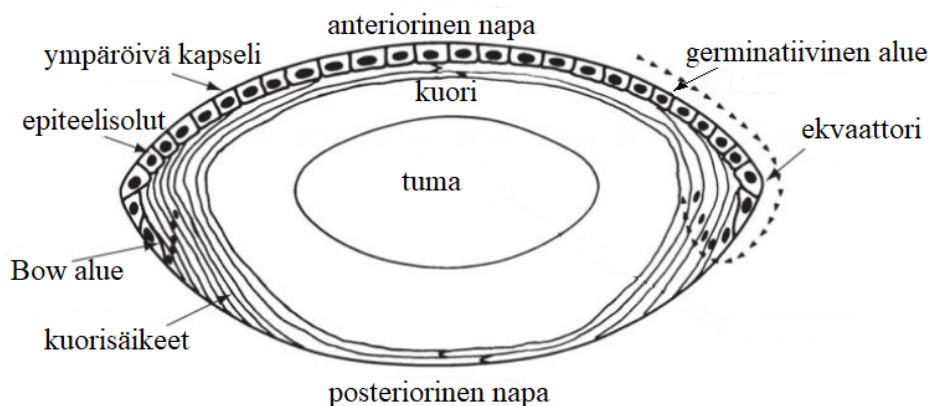
Edellä mainittujen tutkimusten mukaan lyijysuojien vaimentamisprosentit vaihtelevat, mutta kaikkien tulosten mukaan suojausten käyttö kuitenkin vähentää työntekijöiden säteilyannosta. Lyijylasiin käyttö on perusteltua, koska ne pienentävät silmän mykiön saamaa altistuksen määrää viisinkertaisesti. Toisaalta, jo vähäisenkin säteilyannoksen pienentäminen voi auttaa pienentämään mykiön samentumisen riskiä.

## 4 KAIHI

Maailman yleisin sokeuden aiheuttaja on harmaakaihi, jopa joka kolmannella yli 65-vuotiaalla on kaihi. Kaihilla tarkoitetaan mykiön samentumista siten, että valon kulku verkkokalvolle vaikeutuu ja näöntarkkuus alenee. (Kaihi (aikuiset) 2019, viitattu 19.10.2019.) Kaihi voidaan luokitella sen syntyvän, samentuman sijainnin ja muun muassa kehitystason mukaan. Tässä opinnäytetyössä keskitytään säteilyn vaikutukseen kaihin synnyssä ja sen aiheuttamaan mykiön takakapselin alla sijaitsevaan kaihiin. Synnynnäistä kaihia ei käsitellä tässä opinnäytetyössä lainkaan.

### 4.1 Kaihin muodostuminen

Linssi eli mykiö on aikuisiässä ekvaattorihalkaisijaltaan keskimäärin 9 mm ja anterior-posteriorisesti noin 4 mm. Mykiö voidaan jakaa kolmeen kerrokseen: kapseliin, kuorikerrokseen ja tumaan (kuvio 4). Tuma koostuu sikiöaikana kehittyneistä säikeistä ja säikeistä, jotka ovat kehittyneet ennen sukukypsyyttä; kuori koostuu säikeistä, jotka ovat muodostuneet sukukypsyyden saavuttamisen jälkeen. Sikiönkehityksen jälkeen kehittyvät solut muodostuvat mykiön anteriorisessa epiteelisolukerroksessa. Siellä muodostuu myös mykiön kapseli. Kapseli on pääosin kollageeneja. (Hudson & Graubart 2019, viitattu 21.10.2019.)



KUVIO 4. Linssin anatomia (Hudson & Graubart 2019, viitattu 20.10.2019)

Mykiön ei-vesiliukoisten ja vesiliukoisten proteiinien suhde kasvaa 50 vuoden iän jälkeen, mikä aiheuttaa valon siroamista ja edistää kaihin muodostumista. Kaihin muodostuminen on monisyistä, siihen uskotaan liittyvän hapettuminen, mykiön proteiinien ja säikeiden järjestyksen häiriintyminen sekä altistuminen metabolista stressiä lisääville lääkkeille tai taudeille. (Hudson & Graubart 2019, viitattu 23.10.2019.)

Hapettumisen seurauksena linssin aminohapot, eli proteiinien rakenneosat, yhdistyvät muodostaen raskaampia, liukenemattomia yhdisteitä. Tämä taas aiheuttaa mykiön taitekertoimen vaihtelua ja rakenteen läpinäkymättömyyttä. Solukalvon fosfolipidikerroksen hapettuminen taas aiheuttaa sähköisiä impulsseja kuljettavien ionipumppujen heikentymisen. Ilman pumppujen normaalia toimintaa mykiön epiteelisolut kuolevat, solujen osmoottinen tasapaino muuttuu, kirkkaat krystalliinikiteet sakkautuvat ja linssi muuttuu valoa läpäisemättömämmäksi. (Hudson & Graubart 2019, viitattu 23.10.2019.)

Näiden muutoksien syntyä edesauttavat ikääntymisen lisäksi esimerkiksi UV-säteet, monet systeemiset sairaudet, jotkin lääkitykset, muut silmäsairaudet ja ionisoiva säteily (Kaihi (aikuiset) 2019, viitattu 23.10.2019). Säteilyn vaikutuksesta mykiön epiteelin kantasolut germinatiivisellä alueella vahingoittuvat. Siellä normaalisti sijaitsevat kantasolut erikoistuvat ajallaan linssisäikeiksi ja siirtyvät muualle mykiöön. Posterioriseen napaan kulkeutuvat vahingoittuneet säiesolut muodostavat tomumaista kaihia kapselin alle. (Hudson & Graubart 2019, viitattu 23.10.2019.)

## **4.2 Kaihityypit samentumien sijainnin mukaan**

### **4.2.1 Tumakaihi**

Yleisin kaihin tyyppi on tumakaihi, eli samentumat sijaitsevat silloin linssin tumassa. Merkittävin tumakaihin riskitekijä on ikä, mutta myös huonot elintavat, kuten tupakointi ja ylipaino, edistävät sen kehittymistä (Hudson & Graubart 2019, viitattu 24.10.2019). Tumakaihi erottuu mikroskoopilla tunnusomaisesti kellertävänä sävynä mykiössä. Tämä siksi, koska keltainen urokromipigmentti alkaa saostua linssiin sen tuman proteiinien pilaantuessa ja hajotessa. (Kivelä & Heikkinen 1996, viitattu 24.10.2019.)

Mykiössä kertyvä keltapigmentti aiheuttaa kaihipotilaan värinäön muutoksia kellertävään suuntaan (Kivelä & Heikkinen 1996, viitattu 24.10.2019). Kellertävyyden lisäksi tuma-kaihi aiheuttaa myopisoitumista, eli silmälaseissa miinusvoimakkuuden lisääntymistä (ts. plusvoimakkuuden vähenemistä). Tämä johtuu mykiön säikeiden tiivistymisestä, jolloin mykiön taitekerroin muuttuu ja valo taittuu siinä aiempaa jyrkemmin. Jyrkemmin taittavalla mykiöllä lähellä oleva kohde saadaan tarkennettua verkkokalvolle, toisin kuin ikänäköisenä normaalisti. Monesti iäkkäät kaihipotilaat kykenevätkin lukemaan taas ilman luku- tai moniteholaseja. (Bowling 2016, 270.)

#### **4.2.2 Kapselinalainen kaihi**

Nuoremmilla kaihipotilailla yleisin kaihityyppi on kapselinalainen kaihi (=subkapsulaarinen kaihi), koska iän tuomaa tuman samentumista ole vielä ilmennyt, mutta kapselinalainen kaihi aiheutuukin usein sekundaarisesti. Sekundaarikaihilla tarkoitetaan kaihia, joka on syntynyt jonkun muun primäärisen silmätaudin tai -trauman seurauksena. Esi-merkkejä näistä primäärisistä syistä ionisoivan säteilyn lisäksi ovat krooninen anteriorinen uveitti, suuri myopia, silmän läpäisevä vamma ja sähköisku. (Bowling 2016, 270, 273.)

Subkapsulaarinen kaihi voi sijaita joko anteriorisesti tai posteriorisesti. Anteriorinen kapselinalainen kaihi on aivan linssin kapselin anteriorisen, eli etumaisen osan alla. Samentumaa aiheuttaa tällöin mykiön epiteelin muuntuminen kuitumaisemmaksi. Posteriorisesti subkapsulaarinen kaihi aiheuttaa plakkimaista läpinäkymätöntä rakennetta linssin kapselin eteen posteriorisen navan, eli takanavan alueella. Tämä johtuu epiteelistä lähtöisin olevien säiesolujen vioittumisesta ja turpoamisesta. (Bowling 2016, 270.)

Koska vahingoittuneet ja turvonneet solut ajautuvat posteriorisen navan läheisyyteen optiselle akselille, tämän tyyppinen kaihi vaikuttaa huomattavasti näkemiseen. Posteriorinen kapselinalainen kaihi aiheuttaa runsasta häikäistymistä, kaksoiskuvia ja lähinäön ongelmia. (Bowling 2016, 270.)

### 4.2.3 Kuorikerroksen kaihi

Kuorikerroksen nesteytymisen seurauksena syntyneet raot ja vakuolit muuttuvat läpinäkymättömiksi ja muodostavat kiilamaisia samentumia (Bowling 2016, 270). Neste on osaltaan peräisin etukammioista, josta se imeytyy mykiöön sen kapselin läpi. Samentumakiilat sijaitsevat aluksi yleensä mykiön reunaosissa, missä ne eivät häiritse valon kulkua. Kun samentumat etenevät optiselle akselille, aiheuttavat ne häikäistymistä valon sirotessa niistä. (Kivelä & Heikkinen 1996, viitattu 24.10.2019.) Tämän kaihin riskitekijöihin kuuluu muun muassa rotu (afroamerikkalainen), diabetes ja tupakointi (Hudson & Graubart 2019, viitattu 27.10.2019).

### 4.3 Säteily vaikuttamassa kaihin syntyyn

On tiedostettu, että silmän mykiö on suhteellisen radiosensitiivinen, ja säteilytyöntekijöiden silmien saaman ionisoivan säteilyn vuosittaista annosrajaa onkin pienennetty Säteilylaissa. Aiemmin työntekijöiden silmien saama ionisoivan säteilyn määrä sai olla enimmillään 150 mSv vuodessa (Säteilyasetus 1512/1991 3.1 §), nykyään on määrätty, että silmän mykiön saama säteilyn ekvivalenttiansios ei saa ylittää 100 mSv viiden perättäisen vuoden sisällä, eikä minään yksittäisenä vuonna 50 mSv (Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä 1034/2018 13.2 §). Tutkimusten mukaan varsinaista säteilyn kynnyksarvoa kaihin muodostuksessa ei ole, jo pienikin määrä ionisoivaa säteilyä voi aiheuttaa mykiön samentumista. (Chodick, Bekiroglu, Hauptmann, Alexander, Freedman, Doody, Cheung, Simon, Weinstock, Bouville & Sigurdson 2008.)

Yhdysvaltalainen pitkittäinen 20 vuotta kestänyt kohorttitutkimus röntgenhoitajien joukossa (Chodick ym. 2008) selvitti, että 15% (n=35 705) vähintään 6 vuotta radiologian alalla työskennelleestä sairastui tutkimuksen aikana kaihiin, joista 4% kehittyi ennen 50 ikävuotta. Kaihin muodostumisen riski kasvoi, kun työntekijän tekemien röntgentutkimusten määrä kasvoi. Tässä ja esimerkiksi Chernobylin ydinvoimalan räjähdysiin liittyvässä tutkimuksessa (Chumak, Worgul, Kundiyev, Sergiyenk, Vitte, Medvedovsky, Bakhanova, Junk, Kyrychenko, Musijachenko, Sholom, Shylo, Vitte, Xu, Xue & Shore 2007. Viitattu 27.10.2019) huomattiin, että 500 mGy [mJ/kg] säteilyannos kasvattaa kaihin muodostumisen riskiä monen vuoden päästä, kun aiemmin 2 Gy annosta on pidetty

kynnysarvona. Tutkimuksissa säteily lisäsi lähinnä kapselinalaisen ja kuorikerroksen kaihin muodostumista. (Chodick ym. 2008.)

Tarkkaa syntymekanismia, millä ionisoiva säteily vaikuttaa kaihin muodostumiseen, ei ole saatu selvitettyä. On esitetty, että ionisoiva säteily matalina annoksina vahingoittaa mykiön epiteelisolujen DNA:ta, mikä lisää niiden leviämistä. Suurempina annoksina ionisoiva säteily vähentää epiteelisolujen tiheyttä germinativisella alueella ja häiritsee solujärjestystä. Ionisoiva säteily myös kiihdyttää ikääntymisprosessia, ja ikääntyessään mykiö samenee ja kovettuu muodostaen lopulta kaihin. Tämä voisi selittää kaihin myöhäisen puhkeamisen säteilyannoksen saamisesta. (Ainsbury, Barnard, Bright, Dalke, Jarrin, Kunze, Tanner, Dynlacht, Quinlan, Graw, Kadhim, & Hamada 2016, 238-261.)

Päätekijänä säteilyn vaikutuksessa kaihin kehitykseen pidetään mykiön epiteelisolujen genomien vaurioitumista. Ionisoiva säteily aiheuttaa niin mykiön genomien kuin oksidatiivistakin stressiä. Vioittuneista epiteelisoluista erilaistuvat säiesolut vaeltavat linssin posteriorisen kapselin alle, ja siellä ne haittaavat näkemistä turvotessaan ja sirottaessaan valoa (Bowling 2016, 270). Mykiön epiteelisolujen vahingot voivat aiheuttaa myös sen DNA:n kaksoisjuosteen rikkoutumista, minkä solu yleensä pystyy korjaamaan itse. Säteilyannostuksen jälkeen korjaantuminen kuitenkin hidastuu. On ehdotettu montaa muutaakin ”catarctogenesisistä”, eli kaihin muodostumisen prosessia ionisoivan säteilyn vaikutuksesta, mutta lähes kaikki prosessit keskittyvät ionisoivan säteilyn kykyyn muokata solun perimää. (Ainsbury ym. 2016, 238-261.)

#### **4.4 Kaihin ehkäisy ja hoito**

Kaihia ei ole pystytty ehkäisemään, mutta sen muodostumista aikaistavia riskitekijöitä voidaan vähentää. Tupakanpoltto, alkoholin käyttö, ravitsemus, kortikosteroidien liika-käyttö ja UV-valolle altistuminen ovat sellaisia kaihin riskitekijöitä, joihin pystyy itse vaikuttamaan. On kuitenkin paljon henkilöstä riippumattomia asioita, mitkä edesauttavat kaihin muodostumista, kuten ikääntyminen, silmän vammat, infektiot ja sairaudet sekä perintötekijät. (Kaihi (aikuiset) 2019, viitattu 28.10.2019.)

Kaihin ainoa hoitomuoto on leikkaus ja sen tarkoituksena on poistaa silmän oma mykiö ja asettaa tilalle keinomykiö, IOL (intraocular lens). Kaihileikkauksia tehdään Suomessa vuosittain 50 000 – 60 000. (Kaihi (aikuiset) 2019, viitattu 28.10.2019.) Julkisen terveydenhuollon kautta kaihileikkaukseen pääsee, jos leikkauksekriteerit täyttyvät. Kriteerien mukaan asiakkaan näöntarkkuus paremmalla silmällä on 0.5 tai alempi parhaalla mahdollisella lasikorjauksella tai huonommalla silmällä 0.3 tai alempi. Leikkauksen jälkeen pääsee pian kotiutumaan saattajan kanssa, potilaan näkö voi olla sumea operaation päätyttyä. Sairaslomaa potilas saa leikkauksen jälkeen 1 – 30 päivää, riippuen työnkuvasta. Jälkitarkastuksen silmälääkäri suorittaa 4 – 8 viikon päästä leikkauksesta. (Moilanen, Seppänen, Krootila, Kuusisto & Kööbi 2018, 90 – 93.)

Ennen kaihileikkausta kontrolloidaan potilaan systeemisairaudet, mitataan silmän aksiaalipituus ja sarveiskalvon kaarevuus sekä lasketaan ja valitaan sopiva tekomykiö. IOL-laskentakaavoja on useita, potilaalle sopivin kaava valitaan aksiaalimitan ja mahdollisten sarveiskalvon laserleikkausten perusteella. Leikkaus suoritetaan yleensä päiväkirurgisena paikallispuudutuksessa, joskus käytetään myös yleisanestesiaa. Potilaan yleisterveyden ja leikkauksen riskien perusteella valitaan joko pintapuudutus, retrobulbaaripuudutus, tenonin alainen puudutus tai yleisanestesia. (Moilanen ym. 2018, 95 – 97.)

Leikkaus aloitetaan esivalmistelujen jälkeen tekemällä kaihitunneli ja apuaukko sarveiskalvolle sekä täyttämällä etukammio viskoaineella. Tarvittaessa mustuaista lisälaajennetaan ja etukapselia värjätään näkyvyyden helpottamiseksi. Seuraavaksi etukapseli avataan ja muodostetaan 4 – 5 mm halkaisijaltaan oleva aukko, mistä kapselipussin ja mykiön välitilaan ruiskutetaan balansoitua suolaliuosta. Tuma poistetaan paloittelemalla se joko ultraäänellä tai apuinstrumentilla. Tämän jälkeen tuman palaset syödään yksitellen fakolaitteella. Kuorikerros poistetaan seuraavaksi kapselipussista imuhuuhtelulaitteella. Vielä ennen tekolinssin asennusta kapselipussiin, pussi huuhdellaan suolaliuoksella ja täytetään viskoaineella. Viskoaine poistetaan lopuksi imuhuuhtelulla. Viimeiseksi leikkaushaava tiivistetään suolaliuoksella. (Moilanen ym. 2018, 104.)

Kaihileikkaus on rutiininomainen ja yleensä pieniriskinen, mutta leikkauksen aikana mykiöpussin takakapseli voi revetä aiheuttaen lasiaisen pääsyn etukammioon ja/tai tuman vajoamisen lasiaiseen. Jos lasiaista ei ole päätyntä etukammioon, mykiöpussin repeämä voidaan tukkia viskoaineella. Lasiaisen päästessä etukammioon, tehdään uusi apuaukko

sarveiskalvolle, jonka kautta lasiainen leikataan ja imetään pois. Tekolinssi voidaan edelleen asettaa mykiöpussiin, jos repeämä on pieni. Jos repeämä on suurempi, tai jos etukapselikin on vioittunut, harkitaan muunlaisen linssin asettamista. Etukammionlinssi asetetaan mustuaisen eteen etukammioon, iirisfiksaatiolinssi asetetaan värikalvon päälle, skleerafiksaatiolinssi taas kovakalvoon. Toisenlainen tekomykiö voidaan asettaa paikalleen joko samassa leikkauksessa tai erillisellä kerralla. (Moilanen ym. 2018, 105 – 107.)

#### **4.5 Leikkauksen jälkeiset komplikaatiot**

Jopa joka kymmenessä kaihileikatussa silmässä esiintyy jälkikaihia, eli kaihileikkauksessa jäljelle jätetty kapselipussi samentuu. Silmään jääneet epiteelisolut aiheuttavat kapselipussin takapinnan samentumista, mikä aiheuttaa kaihin tapaisia oireita. Jälkikaihi saadaan poistettua YAG-laserilla paikallispuudutuksessa. (Seppänen 2018, 418.)

Muita kaihileikkauksen jälkeen esiintyviä komplikaatioita voi olla silmänpaineen nousu, makulaturvotus, sarveiskalvodekompensaatio ja linssiluksaatio, eli mykiön siirtymä. Silmänpaineen nousu johtuu etukammioon jääneestä viskoaineesta ja/tai kammiokulman heikkenneestä toiminnasta. Mikäli kammiokulma on ollut ahdas, voi kaihileikkaus laukaista malignin (=pahanlaatuinen) glaukooman. Oireina tällöin on kipua, pahoinvointia, näön sumentumista sekä värikalvon ja tekomykiön työntymistä vasten sarveiskalvoa. Pelkkä leikkauksen jälkeinen silmänpaineen nousu voi aiheuttaa sarveiskalvoturvotusta ja sumentunutta näköä. Silmänpainetta saadaan laskettua pryylauksella, eli vähentämällä etukammionestettä apuaukosta, tai lääkityksellä. (Moilanen ym. 2018, 107-108.)

Yleisin kaihileikkauksen jälkeisen näön heikkenemisen aiheuttaja on makulaturvotus. Leikkaus aiheuttaa kudonvaurioillaan tulehduksen välittäjäaineiden lisääntymisen kammiosteessä ja lasiaisessa, mikä heikentää veri-retinaestettä. Tällöin nestettä pääsee tihkumaan sensorisen verkkokalvon kerroksiin. Makulaturvotuksen oireet, näön sumeneminen ja epätarkkuus sekä joskus keskeinen näkökenttäpuutos, ilmaantuvat yleensä 4 – 10 viikon kuluttua leikkauksesta. Tutkimuksissa paljastuu sensorisen verkkokalvon paksuuntuminen ja kystisia muutoksia verkkokalvon sisällä. Oireeton makulaturvotus paranee itsestään noin 70 % tapauksista, oireista tautia hoidetaan tulehdusta lievittäväillä lääkkeillä, laserhoidolla tai kirurgisesti. (Moilanen ym. 2018, 108 – 110.)



Sarveiskalvo voi turvota häiriintyneen endoteelitoiminnan takia, jolloin tilaa kutsutaan sarveiskalvodekompensaatioksi. Normaalisti endoteelisolut säätelevät sarveiskalvon nestepitoisuutta, mutta niiden vaurioituminen leikkauksessa johtaa nesteen kertymiseen sarveiskalvossa. Sarveiskalvodekompensaatio sumentaa näköä varsinkin aamuisin, voi aiheuttaa roskan tunnetta, kipua ja valonarkuutta sekä halo-ilmiötä. Tutkimuksissa ilmenee turvonnut epiteeli ja strooma, alentunut näöntarkkuus ja poimuja Descementin kalvossa. Tilaa hoidetaan steroiditipoilla tai NaCl-silmävoiteilla. (Moilanen ym. 2018, 110 – 111.)

Komplikaationa voi ilmetä myös keinomykiön luksoituminen lasiaiseen. Tämä aiheuttaa alentunutta näöntarkkuutta ja heiluvaa muutosta näkökentässä, jos linssi on luksoitunut osittain. Luksoitunut linssi pystytään havaitsemaan laajentuneessa mykiössä. Tekomykiö voidaan asettaa uudelleen paikoilleen mikäli linssiä paikallaan pitävät zonulat ovat riittävän ehjiä. Muussa tapauksessa voidaan harkita tekomykiötyypin ja -sijainnin vaihtoa. (Moilanen ym. 2018, 111 – 112.)

## 5 PROJEKTIN SUUNNITTELU

Opinnäytetyölläni oli alun perin tarkoitus luoda Oulun röntgenhoitajaopiskelijoille kaihiesite, jota voitaisiin käyttää sekä Oulun ammattikorkeakoulussa, muissa korkeakouluissa että esimerkiksi työpaikoilla. Oppaan ollessa lähes valmis, ohjaavat opettajat kehottivat suuntaamaan tuotoksen kaikille säteilytyöntekijöille. Esite sisälsi selostuksen silmän rakenteesta, kaihin muodostumisesta, sen riskitekijöistä, oireista ja varsinkin säteilyn vaikutuksesta kaihiin, sekä ohjeita siltä suojautumiselta.

Kyseessä oli siis toiminnallinen opinnäytetyö ja projektin päätuotoksena oli jakeluun soveltuva sähköinen esite. Opinnäytetyötyypiksi valikoitui toiminnallinen työ, koska jo heti alussa tarkoituksena oli tehdä esite tyyppinen tietopaketti, ja ” [Toiminnallinen opinnäytetyö] voi olla alasta riippuen esimerkiksi ammatilliseen käytäntöön suunnattu ohje, ohjeistus tai opastus, kuten perehdyttämisoपाs, ympäristöohjelma tai turvallisuusohjeistus.” (Vilkka & Airaksinen 2003, 9).

### 5.1 Kohderyhmät ja hyödynsaajat

Opinnäytetyöni kohderyhmänä toimi alusta asti Oulun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelman opiskelijat, koska röntgenhoitajien työssä säteily on lähes päivittäin läsnä ja ionisoiva säteily on yksi kaihin riskitekijöistä lisäten sen muodostumista (Kaihi (aikuiset) 2019, viitattu 6.1.2019). Myöhemmin laajensin esitteen kohderyhmäksi kaikki säteilytyöntekijät ohjaavan opettajan toiveesta. Tietoiskussa selostettiin heidän kannaltaan oleellisia tietoja kaihista, ja miksi juuri heidän tulisi tietää siitä. Esite suunnattiin työntekijöiden lisäksi niille opiskelijoille, jotka ovat siinä vaiheessa opinnoissaan, että osaavat arvioida säteilyn annosrajoja, tunnistavat ionisoivan säteilyn läpäisykyvyn ihmisen elimistössä sekä käyvät läpi säteilysuojelun osa-alueita.

Opiskelijoiden lisäksi esitteestä hyötyy siis sähköisenä versiona kaikki säteilytyöntekijät. Esimerkkinä muiden ammattikorkeakoulujen alan opiskelijat, jotka ovat samassa kohtaa opintojaan, ja haluavat lisätietoa, miten ionisoiva säteily päättyy vaurioittamaan silmiä, ja

miten kaihi kehittyy ja ilmenee. Lisäksi oppaasta hyötyy niin Oulun kuin muidenkin paikkakuntien ammattikorkeakoulujen sädehoidon opettajat, jotka voivat käyttää opasta osana opetusta. Opinnäytetyötäni voivat hyödyntää myös muut optometrian opiskelijat, jotka esimerkiksi käsittelevät kaihia omassa opinnäytetyössään, tai tekevät saman tyyppistä opastyylistä projektia.

## 5.2 Tarkoitus ja tavoitteet

Opinnäytetyön pitkän aikavälin kehitystavoitteena oli saada säteilyn vaikutukset silmän mykiöön laajemmalti kohderyhmän ja muiden hyödynsaajien tietoisuuteen. Projektini toteuttamisen perustana toimi siis tavoite lisätä tietoisuutta kaihista, ja mahdollistaa sen parempi ennaltaehkäisy säteilytyöntekijöiden joukossa. Esitteeni ei yksin kykene toteuttamaan tavoitteita, mutta se voi olla sysäävä tekijä herättelemään työntekijät mahdollisuuteen sairastua kaihiin. (Ks. Silfverberg 2007. Viitattu 9.3.2019.) Välittöminä tavoitteina oli, että esitteen avulla Oulun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon opetukseen lisättäisiin tietopaketti kaihista, yleisimmästä näkökykyyn vaikuttavasta sairaudesta, vaikuttamatta muuhun opetuksen sisältöön, sekä helpottaa säteilytyöntekijöiden tiedonhakuja, koskien riskejä sairastua kaihiin. Välittömällä tavoitteella tarkoitetaan kohderyhmän saaman tiedon lisääntymisestä, eli ”palvelun parantumisesta” tapahtuvaa muutosta (Silfverberg 2007. Viitattu 9.3.2019).

Laatu on suhteellinen käsite, jonka arviointikriteerit riippuvat tilanteesta ja asetetuista tavoitteista. Asiakas on laadun lopullinen arviomies. Laatu on todettua yhdenmukaisuutta vaatimusten kanssa. Projekteissa laatu tarkoittaa tulosten vastaavuutta tavoitteisiin projektin kaikissa vaiheissa. (Grahn 2010, viitattu 9.3.2019.)

Projektin laatutavoitteiksi koskien esitettä olin asettanut sisällön johdonmukaisuuden, luotettavuuden ja ymmärrettävyyden. Ulkoasun tuli olla selkeä ja mahdollisimman havainnollistava kuvien avulla.

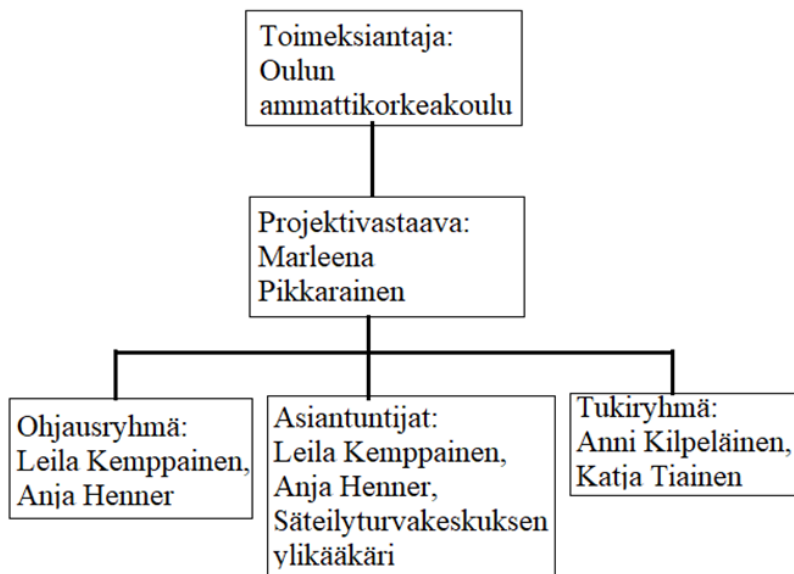
Omat oppimistavoitteeni projektissa olivat aiheen sisäistämisen lisäksi tieteellinen kirjoittaminen, aikataulujen hallitseminen ja lähteiden oikeaoppinen käyttäminen sekä lähdekritiikin hallitseminen. Tavoitteenani oli projektin jälkeen osata selostaa kaihin muodostuminen ja säteilyn vaikutus siihen sekä hallita projektisuunnittelun teko.

### 5.3 Projektioorganisaatio

Projektille on hyvä perustaa organisaatio ja sen sisällä jakaa osapuolten roolit ja vastuut. Tällöin projekti etenee sujuvammin ja päätöksiä saadaan tehtyä. (Silfverberg 2007, viitattu 9.3.2019.)

Opinnäytetyöni projektia oli tekemässä ja auttamassa itseni lisäksi ohjaavat opettajat sekä opponoijat (kuvio 6). Toimeksiantajana projektille toimi Oulun ammattikorkeakoulu. Minä olin projektivastaava ja vastasin siten projektin toteutuksesta kokonaisuudessaan. Ohjausryhmässä toimi Leila Kemppainen, joka oli alusta asti neuvonut, miten projektia kannattaa lähteä toteuttamaan, ja minkälaisia keinoja opinnäytetyössä yleisimmin käytetään. Hän oli myös asiantuntijana organisaatiossa, ja vastasi optometriaan liittyvien asioiden oikeellisuudesta. Myös radiografian opettaja Anja Henner toimi sekä ohjausryhmän jäsenen että asiantuntijana. Hän vastasi opinnäytetyön sisällöllisistä ratkaisuksista, eli hänen kanssaan päätimme, mitä tietoa sisällyttimme esitteeseen. Henner myös vastasi radiografian ja sädehoidon teoreettisista osioista projektissa.

Lisäksi asiantuntijana toimi tarvittaessa Säteilyturvakeskuksen ylilääkäri, keneltä voitiin kysyä apua tarvittaessa sähköpostitse. Asiantuntijat varmistivat, että kirjoittamani tieto oli oikeaa, ja että se oli perusteltua. Lisäksi projektiorganisaatiooni kuului vertaisarvioijat, Anni Kilpeläinen ja Katja Tiainen, jotka toimivat tukiryhmänä antaen palautetta projektin eri vaiheissa.



*Kuvio 5. Projektioorganisaatio*

## 6 PROJEKTIN TOTEUTUS

Opinnäytetyön tekeminen alkoi jo syyskuussa 2018, kun Opinnäytetyön suunnittelu – kurssi alkoi. Varsinaisesti oma herääminen opinnäytetyöhön tapahtui vasta lokakuussa, kun ohjaava opettaja osasi kertoa valmiin opinnäytetyön aiheen, mille olisi tarvetta, mutta mitä kukaan ei ollut vielä tehnyt. Päätin toteuttaa kaihesitteen röntgenhoitajaopiskelijoille ja muille säteilytyöntekijöille. Sovin radiografian ja sädehoidon yliopettajan kanssa tapaamisen, missä hän kertoi toiminnallisen opinnäytetyön tarpeen. Vaihdoin ajatuksia, miten rajaisin aiheen, ja sain tärkeitä vinkkejä, mistä voin lähteä aloittamaan.

Tietopaketin sisältö alkoi muotoutua toimeksiantajan tarpeiden, oman tietoperustan ja kohderyhmän työnkuvan mukaan. Lähtökohtana oli kaihin muodostuminen säteilyn vaikutuksesta. Koska kohderyhmä ei pääasiallisesti ole perehtynyt silmän ja näkemisen anatomiaan, koin järkeväksi aloittaa esitteen silmän anatomialla. Tietopaketissa kuvattiin silmän rakenteet ja varsinkin linssin eli mykiön toiminta selostettiin, koska kaihi on mykiön sairaus. Ionisoivaa säteilyä ja säteilyn annosrajoja on sivuttu yhden sivun verran esitteessä, vaikka kohderyhmä on niihin perehtynyt paljolti. Näin tietopaketin sisältö avautuu myös varsinaisen kohderyhmän ulkopuolelle jääville. Pääosa tietopaketin sivuista koostui tietenkin kaihista. Esitteessä käsiteltiin kaihin muodostuminen, kaihin oireet ja hoito tässä järjestyksessä.

Tietopakettia tehdessä pyrin ottamaan huomioon saavutettavuuden, jotta mahdollisimman moni pystyisi hyötymään tuotoksesta. Viestinnän saavutettavuudella tarkoitetaan sitä, että informaatio on selkeää, ymmärrettävää ja helppokäyttöistä sekä mahdollisimman monelle suunnattu. Ulkoasu vaikuttaa paljon koko tuotteen luettavuuteen, siksi siitä kannattaa tehdä mahdollisimman selkeä. (Salo 2013, viitattu 31.10.2019.)

Jo tekstin kirjaintyyppien ja niiden kokoon kannattaa kiinnittää huomiota. Riittävän suuri kirjainkoko on helpompi lukea, tyypillisesti käytettävä kirjainkoko vaihtelee 9,5 – 11 välillä; selkotekstin suositus on käyttää kokoja 11 – 16. Rivivälin tulisi olla tarpeeksi väljä, sen sopiva pistekoko riippuu tekstin koosta ja rivien pituudesta. Kirjaintyyppinä kannattaa käyttää jotakin yleistä vaihtoehtoa, koska tuttuja kirjaintyyppisiä on helpompi

lukea kuin esimerkiksi koristeellista kirjoitusta. Teksti on luettavampaa myös, kun se on kirjoitettu pienaakkosilla ja kun kirjaimet eivät ole liian kapeita. (Salo 2013, viitattu 31.10.2019.)

Jos tekstissä tai sen taustana haluaa käyttää väriä, kannattaa ottaa huomioon värien kontrastit. Suurikontrastiset erot on helpompi havaita ja siten myös luettavuus on parempi. Taustan kannattaa olla myös rauhallinen, jotta kirjaimet eivät sekoitu siihen. Värit eivät saisi olla ainoa informaatio, kannattaa selostaa kuviot sanallisesti tai käyttää värien lisäksi eri muotoja. (Salo 2013, viitattu 31.10.2019.)

Tein tietopakettin Canva.com -sivustolla, jossa pystyi valitsemaan ja muokkaamaan sivujen asettelua, värejä, fontteja ja kuvioita. Sivuston käyttö oli helppo päätös, koska kyseinen internetsivu on ollut käytössä aiemminkin, ja pidin sen monipuolisuudesta ja käytettävyydestä. Valitsin muutaman päävärin ja -fontin, joita käytin läpi koko esitteen.

Esitteen kooksi valitsin A5-paperin, koska se on kompakti ja usein käytetty koko. Leipätekstin kirjasinkokona käytin pistekokoa 10, se on tarpeeksi pieni paperin kokoon nähden, mutta riittävän iso lukea. Otsikot on kirjoitettu fonttikoolla 21 pienaakkosin. Vain alaotsikot ja lisähuomautukset ovat kokonaan suuraakkosin kirjoitetut. Rivivälinä läpi tekstin on 1,4. Värit ovat hillityt ja värilliset kohdat ovat suurempia alueita, jotta ulkoasu pysyi rauhallisena. Tekstin värin ja taustan välillä on suuri kontrasti ja pääasiassa teksti on mustaa valkoista taustaa vasten. Alkusivuilla taustat ovat tummempia, mutta teksti on silloin väriltään vaaleaa.

Leipäteksti tasattiin kumpaankin reunaan ja sivuilla on käytetty yhtä palstaa. Kuvia on hillitysti ja ne on aseteltu reilusti erilleen tekstistä. Suurin osa kuvista on tehty itse. Tekstiä on joillain sivuilla enemmän, mutta kokonaisuus on pidetty rauhallisena ja selkeänä.

## 7 PROJEKTIN JA TUOTTEEN ARVIOINTI

### 7.1 Palautekysely

Opinnäytetyöni tuloksena ja tuotoksena oli sähköisessä muodossa oleva tietopaketti. Esitteen arviointina toimi kohderyhmän antama palaute, ja myöskin ohjaavien opettajien kommentit. Sekä kehitystavoitteiden että välittömien tavoitteiden laadullisten tekijöiden saavuttamisen mittariksi soveltuu mielipide hyödynsajilta (Silfverberg 2007, viitattu 5.10.2019). Kyselyllä tavoittaa paljon ihmisiä lyhyessäkin ajassa, ja nykyaikana kyselyt saadaan kätevästi jakeluun sähköpostin välityksellä (Wang & Park 2016, viitattu 10.10.2019).

*Toiminnallisessa opinnäytetyössä eri toiminnan tai kehittämisen vaiheet kohti tuotosta etenevät toimijoiden kanssa dialogisessa tai trialogisessa vuorovaikutussuhteessa tietyssä toimintaympäristössä. Tämä merkitsee keskustelua, arviointia, toiminnan uudelleen suuntaamista, vertaistukea sekä palautteen antoa ja vastaanottoa. (Salonen 2013, viitattu 6.10.2019)*

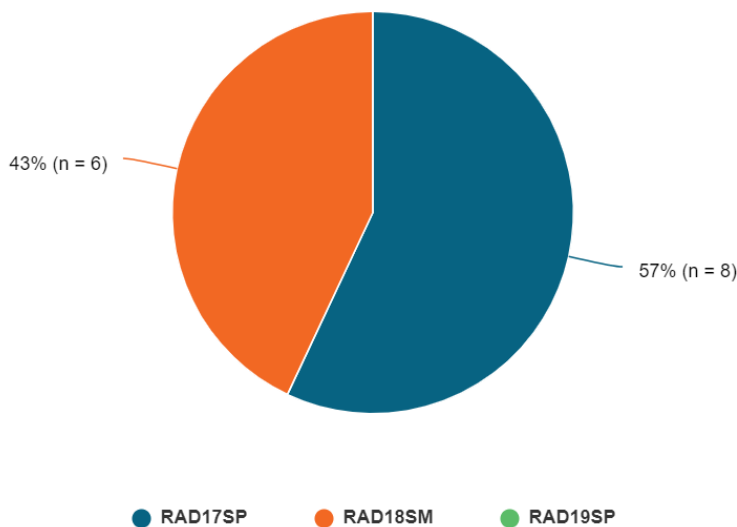
Osalle kohderyhmää jaettiin sähköpostitse (liite 3) alustava sähköinen versio esitteestä luettavaksi sen valmistuttua syyskuun alussa 2019, ja he saivat arvioida, oliko teksti ymmärrettävää, oliko esite tarpeeksi havainnollistava ja onko siitä heidän opintojensa tai työelämänsä aikana hyötyä. Tein palautekyselyn (liite 4) Webropol-ohjelmalla, jonka kautta pystyin lähettämään kyselylomakkeen saatekirjeineen sähköpostitse kohderyhmälle, ja he pystyivät vastaamaan kyselyyn esimerkiksi mobiilisti. Palautekysely suunnattiin Oulun röntgenhoitajaopiskelijoille, koska he olivat helposti tavoiteltavissa ja alkuperäinen kohderyhmä. Palautekyselyllä pyrin myös saamaan arvion esitteen laatutavoitteiden saavuttamisesta, kysyin erityisesti ulkonäön havainnollisuudesta ja selkeydestä.

Kysely lähetettiin 91 Oulun ammattikorkeakoulun röntgenhoitajaopiskelijalle. Vastausprosentti jäi pieneksi, vain noin 15% eli 14 kyselyn vastaanottajista vastasi kyselyyn huolimatta muistutus-sähköpostista, jonka lähetin alkuperäisen kyselyajan umpeuduttua. Palautekyselyllä oli kuitenkin tarkoitus vain kartoittaa tietopaketin soveltuvuutta kohderyh-



mälle, joten pieni vastausmäärä ei vaikuttanut itse opinnäytetyön onnistuvuuteen. Kyselyn vastaukset kokosin kaaviokuvaan käyttäen eri värejä, jotta vastauksia oli helpompi vertailla ja analysoida (ks. Wang & Park 2016, viitattu 6.10.2019).

Palautekyselyn alussa kysyttiin vastaajan ryhmätunnusta, eli monennettako vuotta vastaaja opiskelee. Vastaajista yli puolet oli kolmannen vuoden opiskelijoita, ryhmätunnuksella RAD17SP (kuvio 6). Loput vastaajat opiskelivat toista vuotta. Ensimmäisen vuoden opiskelijoista yksikään ei vastannut kyselyyn.



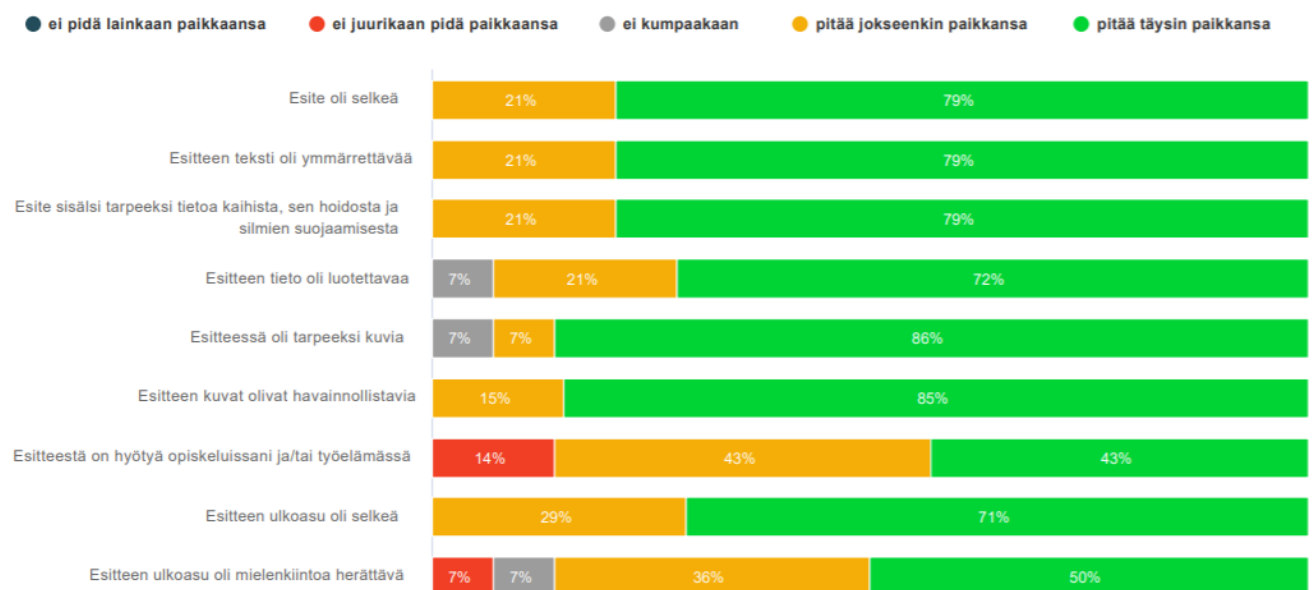
*KUVIO 6. Palautekyselyyn vastanneiden ryhmätunnus (n=14)*

Seuraavaksi kyselylomakkeessa oli väittämiä koskien oppaan sisältöä ja ulkonäköä, ja kohderyhmä sai vastata viiden kategorian mukaan, pitikö väite paikkaansa. Vastausvaihtoehtoina oli pisteinen 5p. pitää täysin paikkaansa, 4p. pitää jokseenkin paikkansa, 3p. ei kumpaakaan, 2p. ei juurikaan pidä paikkaansa ja 1p. ei pidä lainkaan paikkaansa. Siten sain palautevastaukset pistemääränä (Ks. Wang & Park 2016, viitattu 6.10.2019). Vastauksen analysoinnin avuksi vastausvaihtoehdot on koottu yhteen värien avulla kuvioon 7.

Lähes kaikkiin kysymyksiin suurin osa vastaajista oli vastannut ”pitää täysin paikkansa”, eli 5 pisteen vastausvaihtoehdon, joka näkyy kuviossa vihreällä. Väittämien vastausten keskiarvopistemäärä olikin 4.64, eli projektin tavoitteessa. Vain yhdessä kysymyksessä viiden pisteen vastauksia on alle puolet, ja yhteen kysymykseen oli kertynyt tasan 50% näitä vastauksia. Mihinkään kysymyksistä ei tullut yhden pisteen vastauksia, eli ”ei pidä

lainkaan paikkaansa”. Myöskään neutraaleja ”ei kumpaakaan” vastauksia ei kerääntynyt juurikaan.

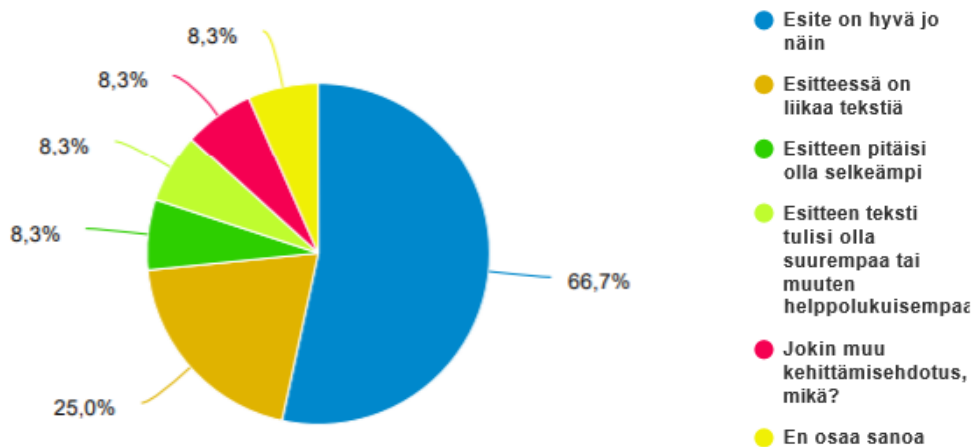
Yli 70% palautekyselyyn vastanneiden mielestä esitteen sisältö oli selkeää ja ymmärrettävää sekä tietoa ja kuvia aiheesta oli tarpeeksi. Lähes kaikkien muidenkin vastaajien mielestä nämä väittämät pitivät jokseenkin paikkansa. Esitteen ulkoasu ei ollut kovin mielenkiintoinen vastaajien mielestä, 14% koki olevansa muuta kuin samaa mieltä väittämän kanssa. Saman verran, eli 14% vastaajista oli sitä mieltä, että esitteestä ei juurikaan ole hyötyä opiskeluissa tai työelämässä. Tämä voi selittyä kysymysasettelulla. Esitteessä oli melko rajallisesti tietoa säteilytyöntekijöiden työnkuvasta tai muutakaan työnteon kannalta hyödyllistä informaatiota, vaan tietopaketti keskittyi selittämään röntgenhoitajaopiskelijoille vielä epäajankohtaista sairautta. Tietopaketti todennäköisesti hyödyttää kohderyhmää vasta silloin, jos säteilyn aiheuttamat muutokset mykiössä alkavat häiritä näköä. Silloin selitys kaihin muodostumiselle on ajankohtaisempaa.



KUVIO 7. Palautekyselyyn vastanneiden mielipide tietopaketin eri osa-alueista (n=14)

Toinen ja viimeinen väittämäkysymys koski kehitysehdotuksia. Olin antanut vastaajille vastausvaihtoehtoja, jolloin muokausehdotuksia ei tarvinnut keksiä itse. Näin sain rajattua vastauksia saman tyyppisiksi ja selkeiksi. Vastaajat pystyivät valitsemaan useampia vastauksia.

Suurin osa (67%) vastaajista oli sitä mieltä, että tietopaketti oli hyvä jo sellaisenaan. Kehitysehdotuksista eniten ääniä sai ”esitteessä on liikaa tekstiä” -vastausvaihtoehto, joka neljäs oli sitä mieltä. Saman verran vastauksia saivat vaihtoehdot ”esitteen pitäisi olla selkeämpi”, ”esitteen teksti tulisi olla suurempaa tai muuten helppolukuisempaa”, ”jokin muu kehittämisehdotus” ja ”en osaa sanoa”, kaikkia vaihtoehtoja vastasi 8% palautekyselyyn vastaajista. ”Jokin muu kehittämisehdotus, mikä?” -vastaukseen vastattuaan kyselyssä oli mahdollista kirjoittaa jokin vaihtoehtoinen kehitysidea. Tähän oli tullut yksi avoin vastaus, ja siinä kehoitettiin tarkistamaan esitteen kieliasua. Vastausvaihtoehtoina olivat lisäksi ”esite tarvitsee lisää kuvia”, ”esite tarvitsee lisää tekstiä” ja ”esitteen tieto on virheellistä”, mutta kukaan vastaajista ei valinnut kyseisiä vaihtoehtoja. Vaihtoehdot on siksi myös jätetty kaaviokuvasta 8 pois.



KUVIO 8. Palautekyselyyn vastanneiden kehitysehdotuksia (n=12)

Viimeisenä kohtana palautekyselyssä oli ”avoin mielipide esitteestä”, johon vastaaja sai kertoa vapaasti omia mietteitään tuotteesta. Vastauksia tuli yhteensä 10. Muutaman vastaajan mielestä esite oli liian pitkä, tai siinä oli liikaa tekstiä. Joitakin kielioppivirheitä oli myös nostettu esille vastauksissa. Erään vastaajan mielestä ”- - olennaisin asia, eli silmien suojaaminen säteilyltä jäi todella vajavaiseksi osaksi esitettä. - -”. Moni vastaaja oli kuitenkin sitä mieltä, että työ oli ”informatiivinen”, ”huippu” ja ”selkeä”.

Pääasiassa palautekyselyn vastaukset olivat positiivisia, ja kielivät siitä, että esite oli ainakin jossakin määrin onnistunut kohderyhmän mielestä. Palautekysely oli lyhyt, ja toivoin sen pienentävän kynnystä vastata siihen. Vastausprosentti jäi kuitenkin harmillisen pieneksi, eikä siten vastaa koko kohderyhmän mielipidettä.

## 7.2 Projektin tavoitteiden saavuttaminen

Lyhyen aikavälin tavoitteet saavutettiin, eli projektin valmistuttua tietopaketti voidaan tarvittaessa lisätä röntgenhoitajaopiskelijoiden opintojen avuksi. Pitkän aikavälin tavoitteita ei pystytä vielä mittaamaan, mutta uskon, että projektin tuotoksen avulla kohderyhmällä on saatavissa aiempaa helpommin suomenkielistä materiaalia aiheesta. Tämä voi auttaa tietoisuuden leviämistä.

Laatutavoitteet, kuten sisällön luotettavuus ja johdonmukaisuus tavoitettiin kohderyhmän antaman palautteen mukaan. Ulkoasu oli myös suurimman osan mielestä selkeä ja havainnollistava, tekstin vähentäminen ja sen muokkaaminen esimerkiksi suuremmalle fontille selkeyttäisi esitettä entisestään. Koska tietopaketti on sähköisessä muodossa, voi jokainen lukija suurentaa tekstiä ja sivuja omalle näytölleen sopiviksi.

Itselleni asettamat tavoitteet täytyivät. Määritelmät ja käsitteet niin kaihista kuin ionisovasta säteilystä ovat hallussa. Tuotos valmistui ajallaan, joten myös aikataulun ja projektisuunnitelman suunnitelmat ja toteutukset onnistuivat. Omasta mielestäni opinnäytetyön tuotos onnistui hyvin. Tietopaketti on ulkomuodoltaan siisti ja selkeä. Minulla oli alusta asti selkeä visio valmiista tuotoksesta, ja lopputulos oli haluamani näköinen. Tekstin asettelu ja sisällön rajaaminen tuottivat eniten ongelmia tietopakettia tehdessä, mutta lopullinen versio onnistui.

### 7.2.1 Kustannusarvio

Opinnäytetyö tehdään pääsääntöisesti ilman kustannuksia. Tämänkin takia oli järkevintä luoda esitteestä pääsääntöisesti vain sähköinen versio, jonka jokainen lukija voi itse halutessaan tulostaa. Tällöin esitteestä ei tullut painatuskuluja, mitkä olisivat voineet olla melko hurjat, mikäli oppaan haluaisi jakeluun mahdollisimman monelle sitä tarvitsevalle.

Projektin budjetin periaatteena on jakaa suuret ja tärkeät menoerät omiin kustannuslajeihin, kuten henkilöstö- ja hankintakustannuksiin (Silvferberg 2007, viitattu 9.3.2019). Itse jaottelin projektini kustannusarvion taulukon 1 mukaisesti. Ohjaava opettaja 1 on

pääsääntöinen opettaja, eli Leila Kemppainen, joka piti säännöllisesti ohjaustunteja. Ohjaava opettaja 2 on Anja Henner, jonka työpanokseen huomioin tapaamisajat hänen kanssaan ja projektiin kuluvat arviointi- ja perehtymistunnit hänen osaltaan.

*Taulukko 1. Opinnäytetyöprojektini kustannusarvio*

Henkilöstökustannukset	palkka €/h	työpanos h	yhteensä €
Ohjaava opettaja 1	45	10	450
Ohjaava opettaja 2	45	7	315
Opiskelija	10	400	4000
Yhteensä			4 765

Opinnäytetyöllä ei ollut tuloja. Ohjaavien opettajien työpanos oli kuitenkin resursoitu heidän työaikaansa ja -palkkaansa. Oma panokseni lukeutui koulutukseen ja oli osa tutkintoani. Henkilökustannukset ja siten kaikki opinnäytetyön kustannukset sisältyivät jo valmiiksi resursoituihin menoihin.

## 7.2.2 Riskienhallinta

Projektit sisältävät aina jonkinlaisia riskejä, koska jokainen projekti on ainutlaatuinen erilaisten työtapojen, henkilöiden ja projektiorganisaatioiden vaihtuessa. Siksi onkin tärkeää jo projektin suunnitteluvaiheessa tunnistaa mahdolliset riskit ja uhat, jotta niihin osataan varautua ja ennakoida. (PK – RH 2019, viitattu 13.1.2019.) Kuvion 9 mukaisesti riskit voidaan jakaa sen mukaan, miten todennäköisiä ne ovat, sekä miten vakavia seurauksia niiden toteutuminen aiheuttaa. Ensimmäisen tason merkityksettömät riskit ovat epätodennäköisiä ja niiden seuraukset vähäisiä, tason kaksi riskit ovat joko epätodennäköisiä, mutta haitallisia, tai mahdollisia mutta vähäisin seurauksin. Viidennen tason riskit ovat hyvinkin todennäköisiä ja seuraukset vakavat. Näistä riskeistä pyritään pääsemään eroon kokonaan jo ennakoimalla. (PK – RH 2019, viitattu 13.1.2019.)

Tapahtuman todennäköisyys	Tapahtuman seuraukset		
	vähäiset	haitalliset	vakavat
epätodennäköinen	1. merkityksetön riski	2. vähäinen riski	3. kohtalainen riski
mahdollinen	2. vähäinen riski	3. kohtalainen riski	4. merkittävä riski
todennäköinen	3. kohtalainen riski	4. merkittävä riski	5. sietämätön riski

*KUVIO 9. Riskitaulukko (PK – RH 2019, viitattu 13.1.2019)*

Toiminnallisena opinnäytetyönä projektini sisälsi muun muassa aikataulullisia ja teknisiä riskejä, mutta rahoituksen tarpeettomuuden takia rahallisia riskejä ei tarvinnut huomioida. Yksin tehdessä oli sekä hyviä, että huonoja puolia: aikataululliset riskit olivat todennäköisempiä, koska ei ollut ketään apuna toteuttamassa opinnäytetyötä; toisaalta projektin henkilöstöön liittyviä riskejä ei juurikaan ollut, koska olin yksin vastuussa päätöksistä, eikä tarvinnut peräänkuuluttaa muita tekemään tehtäviään.

Kokosin taulukkoon 2 oman toiminnallisen opinnäytetyöni riskit, ja jaottelin ne kuvion 5 mukaisesti viiteen kategoriaan merkittävyyden mukaan. Pyrin kokoamaan keinoja välttämään, ennaltaehkäisemään tai sopeutumaan riskeihin.

*Taulukko 2. Opinnäytetyöni riskit*

Riski	riskin merkittävyys	ennaltaehkäisy / ratkaisu
aikataulu pettää, aika ei riitä	4	aikataulun seuraaminen, aikataulussa liikkumavaraa
tiedosto katoaa koneelta	3	tallennus moneen paikkaan, ei vain yhdeltä koneelta saatavissa
oma tietokone rikkoutuu	3	mahdollisuus käyttää esimerkiksi koulun tietokoneita
opiskelijan pitkäaikainen sairastuminen	3	oman terveyden ja jaksamisen huomiointi, aikataulussa liikkumavaraa

tieto ei kulkeudu opiskelijan ja ohjaavien opettajien välillä	2	sähköpostien aktiivinen seuraaminen, mahdollisuus keskusteluun kasvotusten
---	---	--

---

Mikään mahdollisista riskeistä ei toteutunut. Aikataulun puitteissa pysyttiin, mutta projektin valmistuminen aikaisemmin olisi ollut suotavaa. Tietoteknisiä ongelmia ei ilmennyt, koska tiedostot olivat tallennettu pilvipalveluun ja siten saatavissa kaikilla tietokoneilla. Yksin opinnäytetyötä tehdessä oli tärkeää pysyä itse toimintakuntoisena. Sairastumisia ei onneksi tapahtunut. Vuorokeskustelu ohjaajien kanssa sujui kätevästi sähköpostitse ja tarvittaessa kasvotusten.

## 8 POHDINTA

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön välittömänä tavoitteena oli luoda kaihi aiheinen tietopaketti, jota tarvittaessa voitaisiin käyttää Oulun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon tutkinto-ohjelmassa osana säteilysuojelun opintoja. Projektimuotoisesti luotu tuotos käsittelee säteilytyöntekijöiden kannalta silmien suojaamisen merkitystä kaihin muodostumisessa. Pääpaino tietopaketin sisällössä on kaihissa ja sen muodostumisessa sekä siinä, miten ionisoiva säteily voi suurentaa mykiön samentumisen riskiä.

Lyhyen aikavälin toteutuminen edesauttaa pitkän aikavälin tavoitteen saavuttamista. Mikäli opinnäytetyötä käytetään oppilaitoksissa ja esimerkiksi työpaikoilla, kohderyhmä pystyy arvioimaan omaa riskiään sairastua kaihiin. Vaikka kaihin muodostumista ei pystytä ehkäisemään, voi opinnäytetyöni avulla säteilytyöntekijöiden motiivi silmien suojaamiseen säteilyltä lisääntyä. Näin saadaan kaihin syntymisen riskitekijöitä vähennettyä kohderyhmältä.

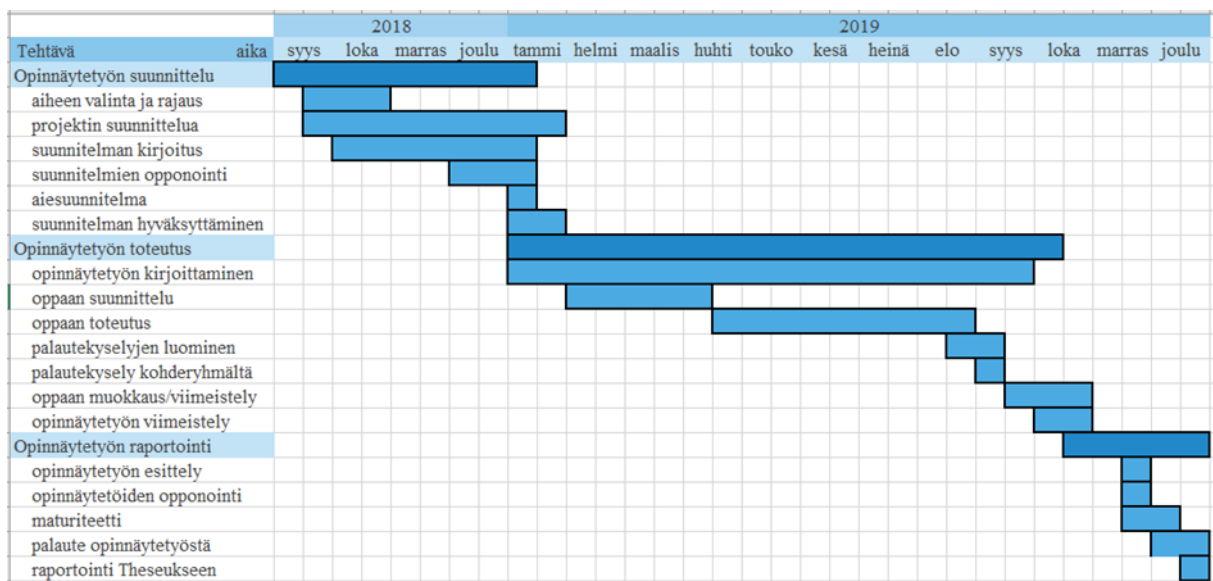
### 8.1 Projektin onnistuminen

Projektimuotoinen opinnäytetyö oli paras, ja oikeastaan ainoa tapa lähestyä esitemuotoisen tietopaketin tekemistä. Tutkimusmuotoisen opinnäytetyön tai kirjallisuuskatsauksen tuotoksena ei olisi syntynyt jakeluun tarkoitettua esitettä tietyille kohderyhmälle. (Salonen 2013, viitattu 22.11.2019.) Omasta mielestäni projekti onnistui hyvin, tuotoksen sisältö vastaa alkuperäistä suunnitelmaa ja tuotos valmistui aikataulun mukaisesti. Palautekyselyn mukaan tietopaketti oli suurimmaksi osin selkeä ja sisällöltään luotettavaa. Palautekyselyn vastausprosentti on kuitenkin hyvin alhainen, eikä vastauksia voi siten yleistää koskemaan koko kohderyhmää (Heikkilä 2014, viitattu 23.11.2019). Palautekysely lähetettiin vain Oulun ammattikorkeakoulun röntgenhoitajaopiskelijoille, joten lähtökohtaisestikin suuri osa varsinaista kohderyhmää jäi palautekyselyn ulkopuolelle.

### Aikataulukutus



Aikatauluttamisen ja aikajanan luomisen tarkoituksena on helpottaa projektin etenemisen seuranta. Se myös sitouttaa projektin tekijöitä saamaan osatulokset valmiiksi ajallaan, jotta koko projekti valmistuu sovittuun päivään mennessä. (Grahn 2010, viitattu 9.3.2019.) Tein projektille alustavan aikataulun (kuvio 7). Opinnäytetyön suunnitelman oli oltava valmis tammikuun 2019 puolessa välissä. Sen jälkeen alkoi opinnäytetyön toteutus, mikä osaltani tarkoitti lopullisen tietoperustan kirjoittamista, oppaan kehittelyä, visuaalisen ulkomuodon tekemistä, opinnäytetyön kirjoittamista ja palautekyselyiden tekemistä Webropolin avulla. Tarkoituksena oli saada opas julkaisukelpoiseksi alkusyksyksi 2019.



KUVIO 10. Oman opinnäytetyöprojektini alustava aikataulu lukuvuosina 2018-2019 (1 ruutu = kaksi viikkoa)

Aikataulu oli alusta asti melko joustava eikä suuria eroja suunnitellun ja toteutuneen aikataulun välillä ollut juurikaan. Yksin työskennellessä pysyi aikataulussa juuri niin kuin itse vain halusi ja pystyi, koska ei ollut muita tekijöitä, joiden kanssa aikataulujen sopiminen olisi voinut olla haasteellisempaa. Useamman hengen työryhmä olisi todennäköisesti saanut projektin valmiiksi nopeammin. Vaikka projekti onnistui suunnitellusti, kahden tai kolmen hengen ryhmässä se olisi voinut onnistua helpommin ja kattavammin. Teoriapohjaa täytyi kerryttää paljon, useamman hengen työryhmässä vastuuta ja työtaakkaa olisi saanut jaettua. Tietoiskusta saatiin jo näin kattava, mutta aina on mahdollisuutta parantaa.

## **Projektin eteneminen**

Helpointa minulle oli aloittaa projekti suunnittelemalla tuotoksen ulkoasu ja samalla sisällön laatua. Suositeltu järjestys tällaisissa projekteissa olisi aloittaa tietopohjan kerryttämisestä ja perehtymisen jälkeen vasta koottaisiin tuotos (ks. esim. Salonen 2013, viitattu 22.11.2019). Toimin itse juuri päinvastoin. Tuotos oli jo valmis ja saanut palautteenkin kun vasta aloin kokoamaan opinnäytetyöhön tietoperustaa. Toisaalta, moni lähteistä, joita käytin tuotoksen sisällön rakentamiseen, toimi lähteenä opinnäytetyössäkin. Toisin sanoen, kerrytin sekä tuotoksen, että opinnäytetyön tietoperustaa samalla kertaa. Tiesin, että en voisi sisällyttää tietopakettiin kaikkea tietoa aiheesta, vaan tuotoksen sisältö tuli pitää helposti luettavana ja ymmärrettävänä. Projektin tuotosta tehdessä on siten käytetty paljon vähemmän ja helpommin saatavilla olevia lähteitä. Kyseisissä lähteissä ei taas ollut välttämättä tarpeeksi syvällistä tietoa, jota olisi voinut sisällyttää itse opinnäytetyöhön. Jos tietoperusta olisi kerätty kattavammin jo ennen tietopaketin kirjoittamista, olisi pake-tista voinut tulla syvällisempi ja tarkempi. Mielestäni tietopaketti on näinkin riittävän kat-tava kohderyhmää ajatellen. Opinnäytetyössä on paljon sellaista tietoa, joka ei ole täysin ajankohtaista ja tarpeellista säteilytyöntekijöille, vaikka projektin kannalta oleellista tie-toa onkin.

Toimeksiantajalla tai vastuuopettajilla ei ollut erityisiä vaatimuksia tuotoksesta, joten sain jo alusta asti vapaat kädet. Ulkonäöstä tuli mielestäni selkeä ja yhtenäinen, mutta sisällön vastaavuudesta kohderyhmän tarpeisiin en ole ehdottoman varma. Tarkempien vaatimus-ten puuttuminen toisaalta antoi vapauksia, toisaalta aiheutti epävarmuutta. Jos toimeksi-antajalta olisi saanut tarkemmat ohjeet, olisi ohjeiden seuraaminen ollut helpompaa kuin pohtia itse sekä koko sisältö, että ulkoasu.

## **8.2 Muutos- ja jatkotutkimusehdotuksia**

Opinnäytetyön valmistuminen viivästyi hieman, joten jos nyt lähtisin tekemään saman-laista projektia, aloittaisin ehdottomasti aiemmin tai työskentelisin tiiviimmin aiheen pa-rissa. Itsenäinen työskentely oli minulle kuitenkin luontevaa, joten en todennäköisesti

muuttaisi tämän kokoisen toiminnallisen opinnäytetyön projektiorganisaatiota juurikaan. Projektista saisi laajemman ja tarkemmin kohdennetun, jos sitä pystyisi tekemään tiiviissä yhteistyössä säteilytyöntekijöiden kanssa.

Tulevaisuudessa samanlaista tietoiskua tehtäessä voisi jo ennen sisällön tuottamista tiedustella kohderyhmän tarpeita ja ehdotuksia tarkemmin. Koska en itse työskentele säteilyn parissa, en tiedä todellisia tarpeita aiheen käsittelyssä. Teinkin projektia omien tietopohjieni ja taitojeni pohjalta. Jatkossa samanlaista esitettä tehtäessä voisi projektiorganisaatio koostua selkeämmin sekä säteilytyöntekijöistä ja näkemisen asiantuntijoista. Tällöin sisältö olisi mahdollisimman monipuolista ja varmasti tarpeiden mukaista. Tällainen yhteistyö todennäköisesti vaatisi laajempaa projektia, mitä itse lähdin työstämään.

Jotta palautekyselyllä saataisiin kattavampi mielipide kohderyhmältä, tulisi kyselyyn panostaa enemmän. Kyselyn voisi lähettää mahdollisimman monelle säteilytyöntekijälle esimerkiksi jonkin sosiaalisen median tai työympäristön kautta. Saatekirjeestä ja kyselystä voisi tehdä lähestyttävämmät ja jollain tapaa kutsuvammat. (Ks. Wang & Park 2016, viitattu 23.11.2019.) Laajemmalla vastaajamäärällä ja suuremmalla vastausprosentilla projektin tuotoksesta saataisiin edelleen kohderyhmän tarpeisiin paremmin tähtäävä.

Tietoperustan kerryttäminen ja aiheeseen syvällisemmin paneutuminen ennen varsinaista kirjoittamista tai tuotoksen tekemistä olisi ollut perusteltua. Aiheen sisäistämisen avulla tietopakettien luominen olisi ollut kätevämpää, kun tietäisi tarkemmin koko aihealueen sisällön. Nyt oikeastaan lähdin etsimään tietopohjaa suunnitteleamalla ensin tuotoksen sisällön, jonka perusteella valitsin sopivat lähteet. Lähteiden löytäminen ja niihin tutustuminen aluksi olisi helpottanut niin opinnäytetyön teorian kuin tuotoksenkin tekemistä. Kun aiheen tuntisi läpikotaisin tai ainakin hyvin, teorian kirjoittamiseen ei olisi kulunut niin paljoa aikaa ja energiaa.

Tulevaisuudessa, jos tarkempi syntymekanismi, jolla säteily aiheuttanee kaihia, on löydetty, samanlaiselle tietopaketille lienee tarvetta. Tällöin todennäköisesti tiedetään myös tarkemmin kaihin muodostumiseen vaadittavia säteilyn annosrajoja. Tietopaketista saataisiin näiden tietojen avulla luotettavampi ja perustellumpi, kun syy-seuraussuhteet pystyttäisiin todentamaan (vrt. esim. Bowling 2016, 273; Chumak ym. 2007, viitattu 23.11.2019).

## LÄHTEET

Aarnio, J. 2019. Säteilyn suureet ja yksiköt. Etelä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä. Viitattu 1.11.2019, <https://www.stuk.fi/documents/12547/156609/Aarnio-RD2014.pdf/cbbf9340-f248-4e1e-9fcd-d782cb5c2e3c>.

Ainsbury, E., Barnard, S., Bright, S., Dalke, C., Jarrin, M., Kunze, S., Tanner, R., Dynlacht, J., Quinlan, R., Graw, J., Kadhim, M. & Hamada, N. 2016. Ionizing radiation induced cataracts: Recent biological and mechanistic developments and perspectives for future research. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research* lokakuu-joulukuu 2016, 770 B, 238-261.

American Cancer Society 2019. Ultraviolet (UV) Radiation. Viitattu 29.10.2019, [https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/radiation-exposure/uv-radiation.html#written\\_by](https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/radiation-exposure/uv-radiation.html#written_by).

ARPANSA 2019. Units of ionising radiation measurement. Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. Viitattu 1.11.2019, <https://www.arpansa.gov.au/understanding-radiation/what-is-radiation/radiation/measurement>.

Benjamin, W. 2006. *Borish's clinical refraction – E-kirja*. 2. painos. Amsterdam: Elsevier. Viitattu 19.10.2019, <https://ebookcentral-proquest-com.ezp.oamk.fi:2047/lib/oamk-ebooks/reader.action?docID=4635135>.

Bowling, B. 2016. *Kanski's Clinical Ophthalmology - a systematic approach*. 8. painos. Amsterdam: Elsevier.

CDC (Centers for Disease Control and Prevention) 2015. Non-ionizing Radiation. Viitattu 29.10.2019, [https://www.cdc.gov/nceh/radiation/nonionizing\\_radiation.html](https://www.cdc.gov/nceh/radiation/nonionizing_radiation.html).

Chodick, G., Bekiroglu, N., Hauptmann, M., Alexander, B.H., Freedman, D.M., Doody, M.M., Cheung, L.C., Simon, S.L., Weinstock, R.M., Bouville, A. & Sigurdson, A.J. 2008.

Risk of cataract after exposure to low doses of ionizing radiation: a 20-year pro-spective cohort study among US radiologic technologists. *American Journal of Epidemiology* 168 (6), 620631.

Christodoulou, E., Goodsitt, M., Larson, S., Darner, K., Satti, J. & Chan, H. 2003. Evaluation of the transmitted exposure through lead equivalent aprons used in a radiology department, including the contribution from backscatter. *Medical Physics* 30 (6), 1033 – 1038. Viitattu 2.11.2019, <https://aapm.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1118/1.1573207>.

Chumak V., Worgul B., Kundiyev Y., Sergiyenko N., Vitte P., Medvedovsky C., Bakhanova E., Junk A., Kyrychenko O., Musijachenko N., Sholom S., Shylo S., Vitte O., Xu S., Xue X., & Shore, R. 2007. Dosimetry for a Study of Low-Dose Radiation Cataracts among Chernobyl Clean-up Workers. *Radiation Research* 167(5), 606-614. Viitattu 27.10.2019, <https://doi.org/10.1667/RR0302.1>

Ento Key 2018. The Neurosensory Retina. Ento Key: Fastest Otolaryngology & Ophthalmology Insight Engine. Viitattu 13.10.2019, <https://entokey.com/the-neurosensory-retina/>.

Ento Key 2016. The Vitreous. Ento Key: Fastest Otolaryngology & Ophthalmology Insight Engine. Viitattu 14.10.2019, <https://entokey.com/the-vitreous/#CR4>.

Forrester, J., Dick, Andrew., McMenemy, P., Pearlman, E. & Roberts, F. 2016. *The Eye Basic Sciences in Practice*. Philadelphia: Saunders Ltd. Viitattu 12.10.2019, <https://www-sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/book/9780702055546/the-eye#book-info>.

Gabe, T. & Park, K. 2016. *Student Research and Report Writing: From Topic Selection to the Complete Paper*. Hoboken: John Wiley & Sons. Viitattu 6.10.2019, <https://ebookcentral-proquest-com.ezp.oamk.fi:2047/lib/oamk-ebooks/reader.action?docID=4205820>.

Grahn, K. 2010. Hyvä projektisuunnitelma onnistuneen hankesuunnittelun edellytyksenä. Kansallismuseon auditorio 1.6.2010. Viitattu 9.3.2019, [http://www.museoliitto.fi/doc/koulutusarkisto/kay\\_grahn.pdf](http://www.museoliitto.fi/doc/koulutusarkisto/kay_grahn.pdf).

HealthEngine 2007. Vision and the eye's anatomy. Viitattu 19.10.2019, <https://healthengine.com.au/info/the-eye-and-vision#c7>.

Heikkilä, T. 2014. Tutkimuksen luotettavuuden arviointi. Tilastollinen tutkimus: tutkimuksen luotettavuus. Viitattu 23.11.2019, <http://www.tilastollinentutkimus.fi/7.RAPORTTOINTI/TutkimuksenLuotettavuus.pdf>.

Heiting, G. 2017. Iris / Uvea of The Eye. All about vision. Viitattu 13.10.2019, <https://www.allaboutvision.com/resources/uvea-iris-choroid.htm>.

Helmenstine, A. 2019. The Visible Spectrum: Wavelengths and Colors. ThoughtCo. Viitattu 29.10.2019, <https://www.thoughtco.com/understand-the-visible-spectrum-608329>.

Hudson, L. & Graubart, H. 2019. The cataract course - An Online Resource for Learning About Cataracts. Viitattu 20.10.2019, <http://cataractcourse.com/lens-anatomy-and-development/lens-anatomy/>.

Hyun, S., Kim, K., Jahng, T. & Kim, H. 2016. Efficiency of lead aprons in blocking radiation – how protective are they? *Heliyon* 2 (5). Viitattu 2.11.2019, [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(15\)30586-7?\\_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844015305867%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(15)30586-7?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844015305867%3Fshowall%3Dtrue).

ICRP Publication 103, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Viitattu 31.10.2019, [http://www.icrp.org/docs/ICRP\\_Publication\\_103-Annals\\_of\\_the\\_ICRP\\_37\(2-4\)-Free\\_extract.pdf](http://www.icrp.org/docs/ICRP_Publication_103-Annals_of_the_ICRP_37(2-4)-Free_extract.pdf).

Institute of Medicine 1997. An Evaluation of Radiation Exposure Guidance for Military Operations. Tilapäinen raportti. Washington DC: National Academies Press. Viitattu 1.11.2019, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK233830/>.

Jaquith, K. 2019. How do lead glasses protect your eyes? Universal Medical. Viitattu 1.11.2019, <https://blog.universalmedicalinc.com/how-do-lead-glasses-protect-your-eyes/>.

Kaihi (aikuiset), 2019. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Silmälääkäriyhdistyksen ja Suomen Silmäkirurgiyhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 19.10.2019, <https://www.kaypahoito.fi/hoi50035?tab=suositus#K1>.

Kivelä, T. & Heikkinen, A. 1996. Kaihi. HY Silmätautien klinikka. Viitattu 24.10.2019, <http://www.helsinki.fi/laak/silk/opetus/index.html>.

Law insider 2019. Definition of lead equivalent. Viitattu 1.11.2019, <https://www.lawinsider.com/dictionary/lead-equivalent>.

Linnala, T. 2019. Kuvia opinnäytetyöhön. Toimitusjohtaja, LifeMed Oy. Sähköpostiviesti 30.8.2019.

Lucas, J. 2018. What are X-Rays? LiveScience. Viitattu 29.10.2019, <https://www.livescience.com/32344-what-are-x-rays.html>.

Moilanen, J., Seppänen, M., Krootila, K., Kuusisto, A. & Kööbi, P. 2018. Kaihi. Teoksessa M. Seppänen, J. Holopainen, K. Kaarniranta, N. Setälä & H. Uusitalo (toim.). Silmätautien käsikirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 93-112.

Mustonen, R., Sjöblom, K-L., Bly, R., Havukainen, R., Ikäheimonen, T.K., Kosunen, A., Markkanen, M. & Paile, W. 2009. Säteilysuojelun perussuosituksset 2007. Suomenkielinen lyhennelmä julkaisusta ICRP-103. STUK-A235. Helsinki: Edita Prima Oy.

PK-RH 2019. Suomen Riskienhallintayhdistys. PK-RH-riskienhallinta. Viitattu 13.1.2019, <https://www.pk-rh.fi/>.

Rantanen, M. 2000. Sädeturvaluento. Suomen radiologiyhdistys. Viitattu 1.11.2019, <https://www.sry.fi/index.php?44>.

Salo, O. 2013. Viestintää kaikille. Saavutettavan viestinnän opas kulttuuritoimijoille. Päivitetty versio. Helsinki: Kulttuuria kaikille -palvelu /Yhdenvertaisen kulttuurin puolesta ry. Viitattu 31.10.2019, [http://www.kulttuuriakaikille.info/doc/tietopaketit\\_ja\\_opaat/Viestintaa\\_kaikille\\_Saavutettavan\\_viestinnan\\_opas\\_kulttuuritoimijoille.pdf](http://www.kulttuuriakaikille.info/doc/tietopaketit_ja_opaat/Viestintaa_kaikille_Saavutettavan_viestinnan_opas_kulttuuritoimijoille.pdf).

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turun ammattikorkeakoulu. Tampere: Suomen yliopistopaino – Juvenes Print Oy. Viitattu 6.10.2019, <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163738.pdf>.

Seppänen M. 2018. Jälkikäihin poisto (YAG-laser kapsulotomia). Teoksessa M. Seppänen, N. Holopainen, K. Kaarniranta, N. Setälä & H. Uusitalo (toim.). Silmätautien käsikirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 418.

Shiel, W. 2017. Medical Definition of Accommodation. MedicineNet. Viitattu 13.10.2019, <https://www.medicinenet.com/script/main/art.asp?articlekey=10528>.

Silfverberg, P. 2007. Ideasta projektiksi. Projektinvetäjän käsikirja. Viitattu 9.3.2019, [http://www.helsinki.fi/urapalvelut/materiaalit/liitetiedostot/ideasta\\_projektiksi.pdf](http://www.helsinki.fi/urapalvelut/materiaalit/liitetiedostot/ideasta_projektiksi.pdf).

STUK 2019. Mitä säteily on? Viitattu 29.10.2019, <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-saateily-on>.

Säteilylähteiden käyttötilojen suunnittelu ST 1.10 / 2011. Viitattu 1.11.2019, <https://www.stuklex.fi/fi/ohje/ST1-10>.

Säteilylaki 22.11.2018 / 1034. Viitattu 27.10.2019, <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20181034>.



Tavares, J., Sacadura-Leite, E., Matoso, T., Neto, L., Biscoito, L., Campos, J. & Sousa-Uva, A. 2016. The importance of protection glasses during neuroangiographies: A study on radiation exposure at the lens of the primary operator. *Interventional Neuroradiology* 22 (3), 368 – 371. Viitattu 2.11.2019, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4984365/>.

Thornton, R., Dauer, L., Altamirano, J., Alvarado, K., Germain, J. & Solomon, S. 2010. Comparing Strategies for Operator Eye Protection in the Interventional Radiology Suite. *Journal of Vascular and Interventional Radiology* 21 (11), 1703 – 1707. Viitattu 2.11.2019, [https://www.jvir.org/article/S1051-0443\(10\)00782-7/fulltext](https://www.jvir.org/article/S1051-0443(10)00782-7/fulltext).

Vilkka, H. & Airaksinen, T. 2003. *Toiminnallinen opinnäytetyö*. Helsinki: Tammi.

Wang, G. & Park, K. 2016. *Student Research and Report Writing: From Topic Selection to the Complete Paper*. Hoboken: John Wiley & Sons. ProQuest Ebook Central. Viitattu 6.10.2019, <https://ebookcentral-proquest-com.ezp.oamk.fi:2047/lib/oamk-ebooks/detail.action?docID=4205820>.

Säteilylaji	säteilyn painotuskerroin $w_R$
Fotonit	1
Elektronit ja myonit	1
Protonit ja varatut pionit	2
Alfahiukkaset, fissiofragmentit, raskaat ionit	20
Neutronit	Neutronin energiasta riippuva jatkuva funktio

*Säteilyn painotuskertoimet (Mustonen, Sjöblom, Bly, Havukainen, Ikäheimonen, Kosunen, Markkanen & Paile 2009, 40)*

Kudos	$w_T$	$\sum w_T$
Luuydin, paksusuoli, keuhkot, mahalaukku, rinta, muut kudokset	0,12	0,72
Sukurauhaset	0,08	0,08
Virtsarakko, ruokatorvi, maksa, kilpirauhanen	0,04	0,16
Luun pinta, aivot, sylkirauhaset, iho	0,01	0,04
	Yht.	1,00

*Kudosten painotuskertoimet, missä muut kudokset: lisämunuaiset, rintakehän ulkopuoliset hengitystiet, sappirakko, sydän, munuaiset, imurauhaset, lihakset, suun limakalvot, haima, eturauhanen, ohutsuoli, perna, kateenkorva, kohtu /kohdunkaula (Mustonen ym. 2009, 40)*

Hyvä Oulun ammattikorkeakoulun röntgenhoitajaopiskelija!

Olen neljännen vuoden optometreriopiskelija ja teen opinnäytetyön aiheesta ”Säteilyn vaikutus kaihin syntyyn”, ja tuotoksena syntyy tietopaketti kaihista, sen synnystä, hoidosta ja silmien suojaamisesta säteilytyöntekijöille. Toivon, että tutustuisitte jakamani linkin kautta esitemuotoiseen tietoisuuteen ja vastaisitte sen jälkeen muutama kysymykseen kyselylomakkeen kautta.

Palautekyselyllä on tarkoitus varmistaa, että luomani tietopaketti vastaa kohderyhmän tarpeita ja odotuksia. Muokkaan tuotosta vastaustenne perusteella tarpeen tullen. Tietoesitteen lukemiseen kuluu noin 5 – 10 minuuttia, kyselyyn vastaaminen vie vain minuutin. Palautekysely koostuu tietopaketin sisältöön ja ulkoasuun liittyvistä kysymyksistä sekä kehitysehdotuksista. Vastaukset käsitellään täysin anonyymisti.

Toivon, että vastaatte kyselyyn mahdollisimman pian, kuitenkin viimeistään 14.9.2019.

Palautekyselyyn pääset **tästä**.

Ystävällisin terveisin

Marleena Pikkarainen  
OPT16SP  
o6pita00@students.oamk.fi

## Säteilyn vaikutus kaihin syntyyn

### 1. Ryhmätunnukseksi

- RAD17SP  
 RAD18SM  
 RAD19SP

### 2. Vastaa väittämiin klikkaamalla mielestäsi sopivinta vaihtoehtoa.

	ei pidä lainkaan paikkaansa	ei juurikaan pidä paikkaansa	ei kumpaakaan	pitää jokseenkin paikkansa	pitää täysin paikkansa
Esite oli selkeä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esitteen teksti oli ymmärrettävää	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esite sisälsi tarpeeksi tietoa kaihista, sen hoidosta ja silmien suojaamisesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esitteen tieto oli luotettavaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esitteessä oli tarpeeksi kuvia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esitteen kuvat olivat havainnollistavia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esitteestä on hyötyä opiskeluissani ja/tai työelämässä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esitteen ulkoasu oli selkeä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esitteen ulkoasu oli mielenkiintoa herättävä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 3. Kerro kehittämisehdotuksesi valitsemalla haluamasi vaihtoehdot

- Esite tarvitsee lisää kuvia; minkälaisia?
- Esite tarvitsee lisää tekstiä; mitä?
- Esitteessä on liikaa tekstiä
- Esitteen tieto on virheellistä; voit halutessasi tarkentaa

- Esitteen pitäisi olla selkeämpi
- Esitteen teksti tulisi olla suurempaa tai muuten helppolukuisempaa
- Jokin muu kehittämisehdotus, mikä?
- En osaa sanoa
- Esite on hyvä jo näin

**4. Avoin mielipide esitteestä**
