



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Annika Aarnio, Riikka Petäjä

## Siniseltä valolta suojaan

Opas sinisen valon haitallisuuden taustatekijöistä ja siltä suojautumisen tarpeellisuudesta eri keinoin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Optometrismi (AMK)

Optometrian koulutusohjelma

Opinnäytetyö

30.3.2021

Tekijä(t) Otsikko	Annika Aarnio, Riikka Petäjä Siniseltä valolta suojaan
Sivumäärä Aika	39 sivua + 25 liitettä 30.3.2021
Tutkinto	Optometrismi (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Optometrian tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Optometria
Ohjaaja(t)	Lehtori Saija Flinkkilä Lehtori Kajsa Sten Yliopettaja Kaarina Pirilä
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa opas optikoille ja optometristeille, optisille myyjille sekä optometristiopiskelijoille. Oppaan aiheena ovat sininen valo, sen aiheuttamat haittavaikutukset ihmisen terveydelle ja hyvinvoinnille sekä näiden haittavaikutusten ennaltaehkäiseminen eri tavoin. Tavoitteena on lisätä ja vahvistaa myymälähenkilökunnan ymmärrystä sinisestä valosta sekä siitä, miten ja minkälaisia vaikutuksia lisääntynyt siniselle valolle altistuminen voi aiheuttaa terveydelle niin lyhyellä kuin pidemmällä aikavälillä. Oppaan avulla optisen alan ammattilaiset pystyvät kertomaan myös kuluttajille monipuolisemmin sinisen valon haitallisuudesta sekä siltä suojautumisen tarpeellisuudesta eri keinoin. Opinnäytetyö on toteutettu yhteistyössä linssivalmistaja Essilor Oy:n kanssa.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä, jonka kirjallinen raportti kuvaa opinnäytetyöprosessin kokonaisuudessaan. Työn teoriaosuudessa käsitellään valon luonnetta, sinistä valoa ympäristön valonlähteenä sekä optisen säteilyn vaikutuksia ihmiseen. Lisäksi esitellään valon suodattamisen ja siniseltä valolta suojautumisen perusperiaatteita niin silmälasilinssein kuin muilla keinoin. Lopuksi pohditaan työn onnistumista. Opas on opinnäytetyön liitteenä, minkä lisäksi se on luettavissa Issuu-julkaisualustalla.</p> <p>Opas koottiin teoreettisen viitekehyksen pohjalta sen mukaisesti, minkä oman kokemuksen mukaan koettiin olevan tärkeää tulla oppaassa esiin. Oppaan asiasisältö jakautuu kuuteen pääotsikkoon: sähkömagneettinen säteily, näkyvä valo, sinisen valon lähteet, sinisen valon vaikutukset silmään, haittavaikutusten ennaltaehkäiseminen ja sinisen valon suodatus silmälasilinsseillä. Lisäksi Essilorin Eye Protect System™ -linssiteknologian hyödyt muihin sinistä valoa suodattaviin linssiominaisuuksiin verrattuna esitellään yksityiskohtaisemmin. Oppaassa on myös vinkkejä siihen, mihin linssiominaisuuksiin yhdistettynä sinisen valon suodattuksesta saadaan paras mahdollinen hyöty ja miten linssivalinnan voi perustella kuluttajalle.</p> <p>Valmis opas pilotoitiin optista alaa edustavilla henkilöillä sähköisen kyselylomakkeen avulla. Pilotoinnista saadun palautteen perusteella se täyttää työn tavoitteen ja tarkoituksen. Optisen alan ammattilaiset voivat hyödyntää opasta myynnin tukena. Opas tarjoaa ajankohtaista tietoa, joka vahvistaa ammatinharjoittajien ymmärrystä sinisen valon haitallisuudesta sekä keinoista ehkäistä sen aiheuttamia vaikutuksia ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin.</p>	
Avainsanat	Sininen valo, haittavaikutus, ennaltaehkäisy, opas

Author(s) Title	Annika Aarnio, Riikka Petäjä In Avoidance of Blue Light
Number of Pages Date	39 pages + 25 appendices 30.3.2021
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Optometry
Specialisation option	Optometry
Instructor(s)	Saija Flinkkilä, Senior Lecturer Kajsa Sten, Senior Lecturer Kaarina Pirilä, Principal Lecturer
<p>The purpose of this thesis is to produce a guidebook for opticians, optometrists, optical salespersons, and students of optometry. The subject of the guidebook is blue light, its harmful effects to health and the different ways in which these effects can be prevented. The aim of the thesis is to increase and strengthen optical salespersons' understanding about the subject of blue light and its possible short- and long-term adverse effects. The different professionals of the optical field can also apply the insight off the guide in informing consumers about the harmfulness of blue light and the different ways in which to protect oneself from it. The thesis was done in association with Essilor Oy.</p> <p>The thesis was carried out in the form of a functional study, and its report depicts the work process in its entirety. The theory section covers the topics of the nature of light, blue light emitted from natural light sources and the effects of optical radiation on humans. In addition, we cover the different technologies used in digital screens and the use of optical lenses and other means in filtering blue light. Finally, we reflect on how well we were able to reach these goals. The guidebook itself is in the appendices and it can be found on the Issuu-publishing platform as well.</p> <p>The theoretical framework of the thesis worked as the basis for the guidebook. The contents of it are divided into six main headlines: electromagnetic radiation, the visible spectrum of light, sources of blue light, the effects of blue light on the human eye, the prevention of its adverse effects and filtration of blue light with spectacle lenses. We also take a more in-depth look at Essilors Eye Protect System™ -lens technology's advantages over other more traditional blue light filtration technologies. The guidebook also has practical tips on how to combine different spectacle lens features with blue light filtration in the best possible way, and to consequently give better justification to customers individual lens choices.</p> <p>The final guidebook was piloted with representatives of the optical field via an electronic questionnaire. Judging by the feedback from this piloting, the thesis was successful in its goal and purpose. The professionals of optical field can utilize the guidebook in support of sales work. The guidebook also offers up-to-date information to the professionals of the optical field on the nature of blue light, and the ways in which to prevent its effects on health and wellbeing.</p>	
Keywords	blue light, adverse effects, prevention, guidebook

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Näkyvä valo	3
2.1	Valon luonne	3
2.2	Sininen valo ympäristön valonlähteenä	5
3	Optisen säteilyn vaikutukset ihmiseen	8
4	Haittavaikutusten ennaltaehkäiseminen	11
4.1	Valon suodattaminen silmälasilinsseillä	11
4.2	Eye Protect System™ -linssiteknologia	13
5	Toiminnallinen opinnäytetyö	15
6	Opas	17
6.1	Oppaan tuottaminen	18
6.2	Pilotointi	20
7	Projektin eteneminen	22
8	Tulokset	23
8.1	Pilotoinnin yhteenveto	23
8.2	Työvuodet taustamuuttujana	28
9	Johtopäätökset	30
10	Pohdinta	32
	Lähteet	35
	Liitteet	
	Liite 1. Pilotoinnin kyselylomake	
	Liite 2. Opas	

## 1 Johdanto

Lyhytaaltainen ja suurienerginen sininen valo ja sen haitallisuus ihmisen terveydelle puhuttaa nykypäivänä koko ajan enenevässä määrin erityisesti lisääntyneen digitaalisten laitteiden käytön vuoksi. Myös optisen alan markkinoille on kehitetty erilaisia linssiominaisuuksia, joilla sinistä valoa voidaan suodattaa. Aihealueesta on saatavilla osittain toistensa kanssa ristiriidassa olevaa tutkimustietoa, joka omien kokemusten mukaan hankaloittaa siniseltä valolta suojaavan linssin tarpeellisuuden perustelemista suositeltaessa kuluttajalle linssivalintaa.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa opas optikoille ja optometristeille, optisille myyjille sekä optometristiopiskelijoille. Oppaan aiheena on sininen valo, sen aiheuttamat haittavaikutukset ihmisen terveydelle ja hyvinvoinnille sekä näiden haittavaikutusten ennaltaehkäiseminen eri tavoin. Tavoitteena on lisätä ja vahvistaa myymälähenkilökunnan ymmärrystä sinisestä valosta sekä siitä, miten ja minkälaisia vaikutuksia lisääntynyt siniselle valolle altistuminen voi aiheuttaa ihmiselle niin lyhyellä kuin pidemmälläkin aikavälillä. Oppaan avulla optisen alan ammattilaiset pystyvät kertomaan myös kuluttajille monipuolisemmin sinisen valon haitallisuudesta sekä siltä suojautumisen tarpeellisuudesta eri keinoin.

Opinnäytetyön yhteistyökumppanina toimii linssivalmistaja Essilor Oy. Oppaassa käsitellään valon suodattaminen ja siniseltä valolta suojautuminen yleisellä tasolla, mutta yhteistyökumppanin sinistä valo suodattavan Eye Protect System™ -linssiteknologian toimintaperiaate ja hyödyllisyys esitellään yksityiskohtaisemmin muihin linssiominaisuuksiin verrattuna. Täten opas on hyödyllinen erityisesti Essilorin linssijä myyville optisen alan ammattilaisille, mutta toimii yleispätevänä oppaana muidenkin linssivalmistajien linssijä myyville ammatinharjoittajille. Lisäksi oppaasta hyötyvät eniten juuri optisella alalla työskentelyn aloittaneet henkilöt sekä opintojensa alkupuolella olevat optometristiopiskelijat. Pidemmän aikaa alalla työskennelleet ammattihenkilöt voivat hyödyntää opasta kertauksen näkökulmasta.

Opinnäytetyö toteutetaan toiminnallisena opinnäytetyönä, jonka tuotoksena syntyy opas. Kirjallisessa raportissa kuvataan opinnäytetyöprosessin eteneminen ja oppaan tuottamisen vaiheet. Työn teoria koostuu valon luonteesta, sinisen valon roolista ympäristön va-

lonlähteenä sekä optisen säteilyn vaikutuksista ihmiseen. Lisäksi esitellään valon suodattamisen ja siniseltä valolta suojautumisen peruseriaatteita niin silmälasilinssein kuin muilla keinoin. Opas koottiin teoreettisen viitekehyksen pohjalta ja valmis opas pilotoitiin optista alaa edustavilla henkilöillä sähköisen kyselylomakkeen avulla. Raportin lopussa pohditaan työn onnistumista ja esitellään jatkotutkimusehdotukset. Kyselylomake ja opas löytyy liitteinä työn lopusta. Lisäksi opas on luettavissa Issuu-julkaisualustalla.

## 2 Näkyvä valo

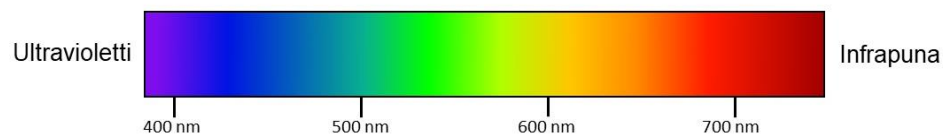
### 2.1 Valon luonne

Valo on näkemisen edellytys (Saari & Aarnisalo 2011: 38). 1800-luvun puolivälin jälkeen skottilainen fyysikko James Clerk Maxwell kehitti teorian sähkömagnetismista ja käsityksen valon luonteesta sähkömagneettisena säteilynä, mitä pidetään yhä nyky-ymmärryksen mukaan valo-opin perustana (Hecht 1998: 5–6). Sähkömagneettinen säteily tarkoittaa energian siirtymistä sähkömagneettisena aaltoliikkeenä, jossa sähkö- ja magneettikenttä värähtelevät kohtisuorassa toisiaan ja säteilyn etenemissuuntaa vastaan. (Saari & Aarnisalo 2011: 38). Sähkömagneettista säteilyä syntyy esimerkiksi auringon lämpöydinreaktioissa, jolloin puhutaan luonnollisesta valonlähteestä sekä lamputissa ja kuvaruuduissa, jolloin on kyseessä keinotekoisesti aikaansaatu sähkömagneettinen säteily (White 2008: 97).

Yleisen käsityksen mukaan valolla on aaltoluonteen lisäksi myös hiukkasluonne. Toisin sanoen säteily, jota valo on, aiheutuu fotoniksi kutsutun hiukkasen etenemisestä. Fotoni etenee valonnopeudella  $c=299\,792\,458$  m/s. (Al-Azzawi 2007: 2–9.) Valon aaltoluonteella voidaan selittää valon taittuminen ja heijastuminen esimerkiksi silmän kaarevalla sarveiskalvolla ja mykiössä. Hiukkasluonne puolestaan mahdollistaa valon imeytymisen eli absorboitumisen verkkokalvon valoa aistiviin soluihin. (Pastila & Nyberg & Jokela 2009: 12.)

Sähkömagneettinen säteily jakautuu spektriin sen aallonpituuden, taajuuden tai energian mukaan ionisoivaan ja ionisoimattomaan säteilyyn (Hecht 1998: 74; Saari & Aarnisalo 2011: 39). Mitä lyhyempi aallonpituus on, sitä suurempi on sen taajuus ja sitä kautta energian määrä (Hecht 1998: 74). Ionisoivan säteilyn energia on niin suuri, että kohdattessaan vapaan atomin, se pystyy irrottamaan siitä elektroneja ja tuottamaan ionipareja. Tällaista säteilyä tuottavia laitteita on esimerkiksi röntgenlaitteet. (Jokela 2006: 16.) Ionisoiva säteily onkin sähkömagneettisen spektrin lyhytaaltoisinta säteilyä eli gamma- ja röntgensäteilyä ensimmäisen ollessa lyhytaaltoisempaa. Ionisoimattomaan säteilyyn puolestaan lukeutuu lyhyimmästä aallonpituudesta pisimpään lueteltuna ultraviolettisäteily, näkyvä valo, infrapunasäteily sekä mikro- ja radioaallot. (Al-Azzawi 2007: 74; Saari & Aarnisalo 2011: 39.)

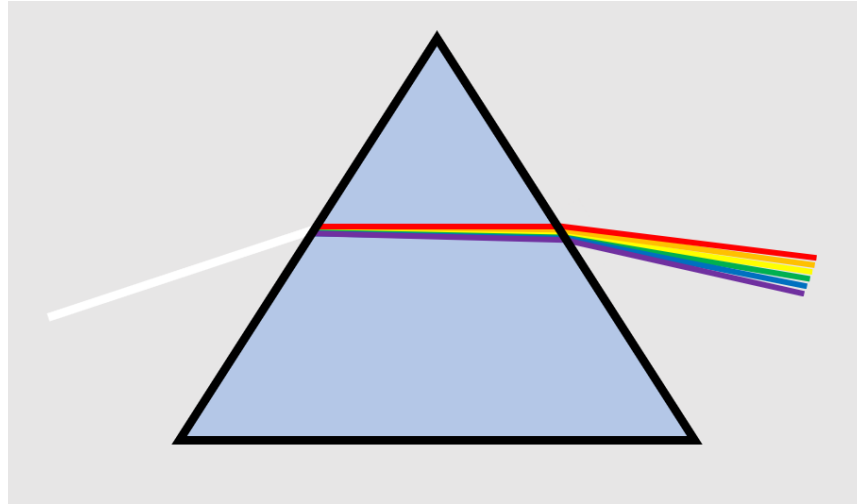
Näkyvän valon aallonpituusalue ulottuu lähteestä riippuen noin 380–400 nanometristä (nm) 760–780 nanometriin (Brooks & Borish 2007: 275; Elkington & Frank & Greaney 1999: 1; Al-Azzawi 2007: 159). Se vastaa sitä ainoaa osaa sähkömagneettisesta säteilystä, minkä verkkokalvon fotoreseptorit eli sauva- ja tappisolut pystyvät aistimaan. Näkyvä valo absorboituu fotoreseptorisolujen erilaisiin näköpigmentteihin eli väriaineisiin, joissa tapahtuu valon vaikutuksesta kemiallisia muutoksia. Nämä muutokset johtavat aktiopotentiaalien syntymiseen ja lisääntymiseen, jotka näkörataa pitkin aivokuoreen asti kulkiessaan saavat aikaan näköaistimuksen syntymisen. (Nienstedt & Hänninen & Arstila & Björkqvist 2016: 504; 511; Berg & Tymoczko & Stryer 2002.) Kuvasta 1 voidaan nähdä näkyvän valon aallonpituuksien näyttäytyminen eri väreinä. Optiseen säteilyyn ajatellaan kuuluvan näkyvän valon lisäksi sen lähellä olevat säteilymuodot eli ultraviolettisäteily noin 100 nanometristä 380 nanometriin ja infrapunasäteily noin 780 nanometristä 1 millimetriin (Elkington ym. 1999: 1; Saari & Aarnisalo 2011: 39). Vaikka kyseisiä säteilyn lajeja ihminen ei voi silmillään aistia, voi UV-säteilyn havaita iholla rusketuksena ja infrapunasäteilyn tuntea lämpönä iholla sekä ihonalaisissa kudoksissa (Laihia ym. 2009: 151; Hietanen & Visuri & Nyberg 2009: 264).



Kuva 1. Optinen säteily. (Mukaiillen Al-Azzawi 2007: 13–15)

Auringon säteily on valkoista valoa, joka kattaa koko näkyvän valon spektrin. Tätä voidaan havainnollistaa kuvan 2 avulla, jossa prisman läpi kulkeva valkoinen valo hajoaa väreiksi. (Al-Azzawi 2007: 85–86.) Valon hajoaminen näkyvän valon spektriin selittyy sillä, miten valonsäde reagoi osuessaan johonkin pintaan tai siirtyessään väliaineesta toiseen. Pinnan kohdatessaan valo voi joko heijastua siitä, läpäistä sen tai absorboitua siihen, tai tehdä näiden kaikkien yhdistelmää. Lisäksi kulkiessaan väliaineesta toiseen valo taittuu niiden rajapinnassa. Se, missä määrin tämä taittuminen tapahtuu, riippuu väliaineiden taitekertoimista ja valon aallonpituudesta. (Al-Azzawi 2007: 17–18.) Valon taittuminen on riippuvainen väliaineen taitekertoimesta siten, että taitekertoimeltaan tiheämpi aine taittaa valoa enemmän kuin optisesti harvempi eli pienemmän taitekertoimen aine (Elkington ym. 1999: 33). Kuvassa 2 valo kulkee ensin ilmasta prismaan – joka

voi olla esimerkiksi lasia – ja jatkaa prismasta matkaansa taas ilmaan. Valo taittuu kummassakin rajapinnassa lyhyemmän aallonpituuden taittuessa enemmän verrattuna pidemmän aallonpituuden väreihin (Carr & Stell 2017).



Kuva 2. Valkoisen valon taittuminen prismassa. (Mukaillen Al-Azzawi 2007: 86)

Valkoinen valo voidaan luokitella eri värilämpötiloihin sen värisävyjen mukaisesti. Se mitataan ja ilmoitetaan Kelvin-asteikolla (K), mutta puhekielessä käytetään tutummin käsitteitä lämmin ja kylmä valo. (Al-Azzawi: 94; Leid 2016.) Mitä pienempi Kelvin-arvo, sitä lämpimämpää valo värilämpötilaltaan on. Punaisen valon Kelvin-arvo on noin 2000 K ja sinisen valon noin 12 000–18 000 K, joten punainen valo on lämmintä valoa sinisen ollessa kylmää valoa (Khanna 2014: 30).

## 2.2 Sininen valo ympäristön valonlähteenä

Tämä opinnäytetyö keskittyy näkyvän valon spektristä erityisesti sinisen valon aallonpituusalueeseen. Se voidaan jakaa kahteen osaan, siniviolettiin (noin 415–455 nm) ja siniturkoosiin (noin 465–495 nm) valoon. (Hecht 1998: 74; Leid 2016.) Sinivioletti valo on ihmiselle erityisen haitallista sen fotonien energian ollessa niin suurta, että se aiheuttaa silmänpohjan verkkokalvoon vaurioita ja heikentää yleisesti hyvinvointia. Siniturkoosin valon fotonien energia ei riitä aiheuttamaan muutoksia verkkokalvolle, jonka vuoksi sitä kutsutaan useissa lähteissä hyödylliseksi osaksi sinisen valon aallonpituusalueetta. (Heiting 2020; Leid 2016; Bansal & Prakash & Randhawa & Kalra 2017: 2434.)

Suurimpana luonnollisena sinisen valon lähteenä on aurinko (Pastila ym. 2009: 5). Valon sironnan voimakkuus on riippuvainen sirottavien hiukkasten koosta suhteessa säteilyn aallonpituuteen. Hiukkasten ollessa pienempiä kuin aallonpituus, on sironnan intensiteetti kääntäen verrannollinen aallonpituuden neljänteen potenssiin. Tämä teoria valon sironnasta selittää muun muassa taivaan sinisen värin. Koska lyhyemmän valon aallonpituuden taajuus on suurempi pidempiin aallonpituuksiin verrattuna, siroaa sininen valo näkyvän valon spektristä eniten osuessaan ilmakehässä ja ilmassa oleviin hiukkasiin. Koska keskipäivällä auringon valo kulkee ilmakehässä lyhyemmän matkan verrattuna aamuun tai iltaan auringon noustessa ja laskiessa, on keskipäivän valossa eniten sinistä valoa ja taivas näyttäyty sinisenä. Aamuisin ja iltaisin suurin osa sinisestä valosta puolestaan siroaa pois alkuperäisestä suunnasta ja taivas on punertava. (Qing & Stenbæk Schmidt & Thienpont & Ottevaere 2020; Rihlama 1997: 8; Heiting 2020.) Luonnollisten valonlähteiden lisäksi sinistä valoa säteilee erilaisista keinotekoisista valonlähteistä. Suurimpina niistä ajatellaan olevan digitaaliset laitteet ja erilaiset lamput, joista tärkeimpänä voidaan pitää LED-lamppuja. (Smith ym. 2020.)

Kylmänsävyisiä lyhytaaltoisia sinisiä LED-valoja käytetään erilaisissa digitaalisissa näytöissä sen kirkkauden takia (Gringras & Middleton & Skene & Revell 2015). Täten ihmisten silmiin heijastuu sinistä valoa jatkuvasti päivittäisessä käytössä olevista digitaalisista laitteista, kuten älypuhelimista, tableteista, tietokoneista ja televisioista. Televisiota katsellaan yleensä turvalliselta etäisyydeltä, kun taas tablettia, tietokonetta ja älypuhelinia käytetään useita tunteja lyhyeltäkin etäisyydeltä. Tämän takia digitaalisten laitteiden aiheuttamat haittavaikutukset ihmisen terveydelle ja hyvinvoinnille lisääntyvät. (Leid 2016.) Digitaalisten laitteiden lisäksi LED-valoja voidaan käyttää esimerkiksi rakennusten valaistuksissa (Ticleanu & Littlefair 2015).

LED eli loistediodi on lyhenne sanasta "light emitting diode" (Nair & Dhoble 2020: 35; Hietanen 2009: 269). LEDin sisällä on sähköä johtava puolijohdesiru sekä puolijohdenestettä, jotka tuottavat sähkönsä ansiosta tietyn väristä valoa. (Nair & Dhoble 2020: 38; Hietanen 2009: 269). Energian määrä, joka aktivoi puolijohdekideyhdisteen sekä sen koostumus määräävät valon värin (Sharma & Khan & Choubey 2019). LED-valolla voidaan tuottaa noin 365-550nm sekä noin 650nm aallonpituuksia (Juntunen 2014: 15). Valkoinen valo on ainut valo, mitä LED ei pysty suoraan tuottamaan. Sitä kuitenkin voidaan tuottaa sekoittamalla RGB-värejä eli punaista, sinistä ja vihreää valoa tuottavia loistediodeja keskenään, jonka seurauksena syntyy valkoista valoa. Vielä tehokkaampi

valkoisen valon tuotantotapa on lisätä sinistä valoa tuottavan ledin pinnalle ohut keltainen loisteainekerros, minkä ansiota sininen valo muuttuu valkoiseksi. (David & Whitehead 2018.)

### 3 Optisen säteilyn vaikutukset ihmiseen

Silmään pääsevän valon määrä säätelee värikalvo. Pimeällä mustuaisen laajentajalihas supistuessaan suurentaa pupillin kokoa ja silmiin pääsee enemmän valoa. Valoisalla taas mustuaisen kurojalihas supistuessaan pienentää pupilliaukkoa ja silmiin pääsee vähemmän valoa. (Ylianttila & Jokela 2009: 50.) Tämän lisäksi silmän eri osat suodattavat optista säteilyä, mikä vähentää niiden kokonaisläpäisyä. Erityisen hyvin silmään pääsee näkyvä valo sekä infrapunasäteily, kun taas suurin osa UV-säteilystä suodattuu viimeistään mykiössä. (Ylianttila & Jokela 2009: 52; Sliney 2002.)

Silmänpohjan verkkokalvovauriot tapahtuvat yleensä näkyvän valon kirkkaan lyhytaaltoisen säteilyn vaikutuksesta, jonka lähteenä voivat olla esimerkiksi tehokkaat valonheitimet, hitsaustyöstä säteilevä valo tai UV-säteily. Silmän soluvauriot voivat johtua kahdesta eri syystä, joita ovat liiallinen lämpö tai fotokemiallinen muutos. (Hietanen ym. 2009: 265.) Lämpövaurioita aiheuttaa solujen lämpötilan nousu ja kun se nousee yli maksimin, solun proteiinit denaturoituvat ja lopulta tuhoutuvat (Lang & Jokela 2006:157). Verkkokalvolla lämmön aiheuttamat muutokset tapahtuvat pigmenttiepiteelikerroksessa (Hietanen ym. 2009: 265). Lisäksi lämmön aiheuttamat vauriot ovat riski kaihen kehittymiselle, koska mykiöstä puuttuu jäädyttävä verenkierto ja täten on herkkä lämpötilan nousulle (Lang & Jokela 2006:161).

Sinisen valon alueen, erityisesti silmille haitallisen sinivioletin valon, on osoitettu aiheuttavan verkkokalvolle fotokemiallisia muutoksia (Hietanen ym. 2009: 266; Leid 2016.). Lisäksi alle 400 nm aallonpituudet aiheuttavat silmän takaosaan muutoksia, mutta niiden vaikutukset ovat vähäisiä, koska silmien uloimmat kerrokset suodattavat niistä suurimman osan. Sininen valo aiheuttaa herkemmin silmänpohjan verkkokalvoon vaurioita, koska lyhytaaltoisen säteilyn fotoneilla on suurempi energia kuin pidempiaaltoisen säteilyn fotoneilla. (Hietanen ym. 2009: 266.) Fotokemiallisia vaurioita tapahtuu, kun valo absorboituu eli sitoutuu verkkokalvon molekyyliin. Valon fotonin energia nostaa molekyylin energiatason kemiallisesti aktiiviselle tasolle, joka aiheuttaa kudoksessa kemiallisen reaktion. (Jokela & Ylianttila & Visuri & Hietanen 2009: 85.)

Verkkokalvolla fotokemiallisia vaurioita voi syntyä kahdella eri tavalla joko fotoreseptoreissa tai pigmenttiepiteelikerroksessa. Fotoreseptorien vauriot syntyvät, kun silmän sauva- ja tappisolujen fotopigmentit absorboituvat. Pigmenttiepiteeliin taas syntyy vaurioita, kun siellä sijaitsevat melaniinijyvät absorboivat valoa. (Hietanen ym. 2009: 266.)

Fotokemiallisten vaurioiden syntyminen kesto voi vaihdella jopa mikrosekunneista vuorokauteen. Ne korjautuvat usein itsestään, mutta huonoimmassa tapauksessa ne voivat aiheuttaa solun kuoleman tai pysyvän vaurion verkkokalvolla. (Jokela ym. 2009: 85.) Fotoreseptoreilla sekä verkkokalvon pigmenttikerroksella on merkittävä aineenvaihdunnallinen yhteys, minkä takia niiden soluvauriot vaikuttavat haitallisesti koko verkkokalvon toimintaan samalla heikentäen näköä (Hietanen ym. 2009: 266). Sinivioletin valon aiheuttamat verkkokalvo vauriot nostavat riskiä sairastua makuladegeneraatioon eli silmänpohjarappeumaan (Neelam & Kah-Guan Au & Zhou 2014).

Sinisen valon vaikutukset eivät rajoitu pelkästään silmän verkkokalvoon. Siroamisen takia sininen valo aiheuttaa eniten häikäisyä silmässä (Meslin 2010: 45). Tämän lisäksi valon siroaminen aiheuttaa epätarkkuutta kuvaan. Silmä joutuu tehdä enemmän töitä pitääkseen kuvan tarkkana, minkä takia silmät rasittuvat ja väsyvät helpommin. (Coles-Brennan & Sulley & Young 2018.) Sininen valo voi myös vaurioittaa sarveiskalvon eri solukerroksia heikentäen kyynelnestetasapainoa, joka aiheuttaa kuivasilmäisyyttä (Zhao & Zhou & Tan & Li 2018). Lisäksi lähityöskentelyssä silmien räpytystiheys harvenee, jolloin kyynelnesteen määrä silmän pinnalla vähenee. Tämä voi entisestään pahentaa kuivasilmäisyyden oireita ja silmien väsymistä sekä ärtymistä. (Talens-Estrelles & García-Marqués & Cervino & García-Lázaro 2020.)

Sinivioletin valon haittavaikutuksista huolimatta on koko sinisen valon aallonpituusalueella tärkeä rooli vuorokausirytmien säätelyssä ja täten valppauden lisäämisessä, muistin ja kognitiivisten toimintojen parantamisessa sekä mielialan kohottamisessa. (Heiting 2020; Leid 2016; Bansal ym. 2017: 2434.) Verkkokalvolla sijaitsevat reseptorisolut antavat käpyrauhaselle tietoa ympäristön valonmäärästä. Pimeään tullessa reseptorit aistivat valon vähenemisen ja viestivät retinohypotalaamista rataa pitkin aivolisäkkeen läheisyydessä olevalle suprakiasmaattiselle tumakkeelle eli keskuskellolle valon määrän muutoksesta. Tämä viesti siirtyy sympaattista hermorataa pitkin käpyrauhaseen, joka alkaa tuottamaan melatoniinia. (Huutoniemi & Partinen 2015: 23.) Melatoniinin lisääntyminen kehossa auttaa ihmistä nukahtamaan ja säätelee unta sekä vuorokausirytmia (Pihl & Aronen 2020: 20). Normaalisti käpylisäkkeen solut alkavat tuottamaan melatoniinia verenkiertoon ilta-aikaan, kun valo alkaa hämärtyä (Huutoniemi & Partinen 2015: 23). Melatoniinia on eniten verenkierrossa keskiyön aikaan, jonka jälkeen sen määrä elimistössä alkaa vähentymään (Partinen & Huovinen 2011: 67). Ihmisen vuorokausirytmii voi häiriintyä, mikäli valon määrä on jatkuvasti suurta ilta-aikaan (Pihl & Aronen 2020: 21). Eten-

kin sininen valo voi häiritä kehon melatoniinin tuotantoa, koska se muistuttaa päivänvaloa (Ashiwini & Bhavya & Suprakash & Smiti 2019; Pihl & Aronen 2020: 21). Koska älylaitteet säteilevät sinistä valoa, niiden käyttö ilta-aikaan voi sekoittaa melatoniinin tuotantoa ja täten vaikuttaa normaaliin vuorokausirytmiiin. Tämän voi johtaa nukahtamisvaikeuksiin tai unettomuuteen. (Ashiwini ym. 2019; Bues ym. 2012.)

## 4 Haittavaikutusten ennaltaehkäiseminen

Koska digitaaliset laitteet ovat yksi suurimmista sinivioletin valon lähteistä käyttöaikaan suhteutettuna, voidaan sen aiheuttamia haittavaikutuksia estää säätämällä ruutuajan määrää. Digitaalisten laitteiden parissa käytettyä aikaa on syytä mahdollisuuksien mukaan vähentää. (American Academy of Ophthalmology 2019.) Jos tämä ei kuitenkaan ole mahdollista esimerkiksi työnkuvan puolesta, tulee työskentelyä tauottaa säännöllisesti 15–30 minuutin välein ja antaa silmän levätä kaukokatselussa (Seppänen 2018). Silmien rasittumista voidaan helpottaa myös niin kutsutun 20–20–20-säännön mukaisesti. Tällä tarkoitetaan, että lähityöskentelystä tulee pitää 20 minuutin välein tauko, jolloin katsotaan 20 jalan eli 6 metrin päähän 20 sekunnin ajan (Sheppard & Wolffsohn 2018). Silmien kuivumista ja ärtymistä voidaan lisäksi ehkäistä kiinnittämällä räpytystiheyteen erityistä huomiota lähityöskentelyn aikana (Talens-Estralles ym. 2020).

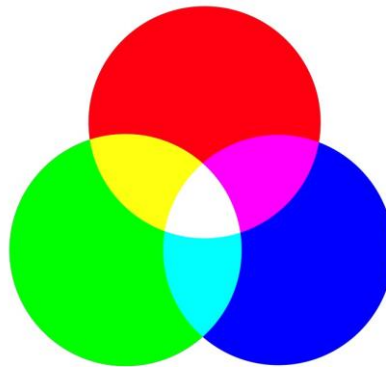
Markkinoille on kehitetty erilaisia tuotteita ja lisäominaisuuksia, joilla voidaan vähentää sinivioletin valon pääsyä silmään. Useissa digitaalisissa laitteissa pystyy säätämään niin kutsuttua yötilaa, jota suositellaan käytettäväksi erityisesti iltaisin tai silmien väsyessä ruutukatselussa. Asetuksen ollessa päällä, näytöstä tulevan sinisen valon määrä vähenee punaisen ja keltaisen valon määrän lisääntyessä. Näin näytön värimaailma muuttuu lämpimämmän sävyiseksi. (Smith ym. 2020; Hazanchuk 2019.) Punainen ja keltainen valo ei aiheuta silmässä sinisen valon kaltaista häikäistymistä ja silmät sopeutuvat paremmin ympäristön valaistusolosuhteisiin. Näin silmät eivät rasitu niin helposti ja lukeminen on helpompaa sekä vaivattomampaa. Iltaisin yötilan käyttö tukee luonnollista melatoniinin tuotantoa, jolloin sininen valo ei pääse häiritsemään vuorokausirytmää. (Hazanchuk 2019.)

### 4.1 Valon suodattaminen silmälasilinsseillä

Myös silmälasilinsseihin on kehitetty ominaisuuksia, joilla voidaan suodattaa silmälle haitallista valoa ja näin ehkäistä sinisen valon aiheuttamia haittavaikutuksia (Smith ym. 2020). Valon suodatus perustuu valon luonteeseen sen kohdatessa jonkin pinnan tai siirtyessään väliaineesta toiseen. Tämän teorian pohjalta ja sen mahdollistamana silmälasilinsseissä valon suodatus saadaan aikaan joko absorptiolla linssimateriaalissa tai hyödyntämällä linssin pinnan heijastavuutta. (White 2008: 98.) Se absorboituuko, heijastuuko vai jatkaako valo kulkuaan, vai tekeekö se jotain näiden yhdistelmää kohdatessaan esimerkiksi silmälasilinsin, riippuu valon ja kohdemateriaalin elektronien taajuudesta.

Kun valon taajuus vastaa kohdemateriaalin atomien elektronien värähtelytaajuutta, absorboituu valo muuttumalla lämpöenergiaksi. Valon heijastuminen ja/tai valon eteneminen materiaalin läpi puolestaan tapahtuu, kun sen elektronien värähtelytaajuus ei vastaa valon taajuutta. (Al-Azzawi 2007: 17; Hasan & Ortel & Moor & Pogue 2003.)

Silmälasilinsseissä valon absorptio toteutetaan yleisemmin integroimalla linssimateriaaliin tiettyä aallonpituutta absorboivia molekyylejä tai lisäämällä väriaine linssin pintaan (White 2008: 101). Absorption mahdollistaa värien kyky absorboida vastaväriään, jota voidaan havainnollistaa RGB-mallin (kuva 3) avulla. Siitä on nähtävissä esimerkiksi sinisen värin vastavärin olevan keltainen. Sen mukaisesti valkoisen valon osuessa siniseksi värjättyyn linssiin, absorboi sininen linssi keltaisen värin kokonaisuudessaan. Toisaalta, koska keltainen koostuu punaisesta ja vihreästä väristä, päästää sininen linssi lopulta valkoisen valon spektristä ainoastaan sinisen värin lävitseen. (Al-Azzawi 2007: 89–90.) Jos linseillä halutaan lisätä häikäistymissuojaa ilman, että mikään aallonpituus suodatetaan kokonaisuudessaan pois, voidaan linssi värjätä sekoittamalla kahta tai useampaa väriä keskenään. Tästä esimerkkinä toimii harmaaksi värjätty linssi, joka vähentää linssin läpi kulkeutuvaa valon määrää koko näkyvän valon aallonpituusalueelta tasaisesti. (White 2008: 100–101.) Linssimateriaaliin on myös mahdollista lisätä spesifisiä absorptiokykyisiä molekyylejä, joilla voidaan suodattaa vain tiettyä aallonpituutta päästäen muut aallonpituudet linssin läpi. (Essilor c).



Kuva 3. RGB-värimalli. (Mukaillen Al-Azzawi 2007: 89)

Toinen yleinen tapa suodattaa linssin läpi kulkeutuvaa tai heijastuvaa valoa ovat erilaiset pinnoitteet (White 2008: 101). Pinnoitteilla voidaan vähentää valon heijastumista linssin pinnalta aikaansaaden vaikutelman kirkkaammasta linssistä. Tästä esimerkkinä on heijastuksenestopinnoite, joka vähentää linssin pinnasta heijastuvan valon määrää lisäten silmään tulevaa valoa. (Meslin 2010: 32.) Toinen tapa suodattaa valoa pinnoitteilla on

estää niiden avulla tietyn aallonpituuden kulkeutuminen linssin läpi silmään. Tämä valon silmään kulkeutumisen estäminen tapahtuu heijastamalla kyseinen aallonpituus kokonaisuudessaan tai osittain pois linssin pinnalta. (White 2008: 101; Baillet & Granger 2016: 8.) Tästä esimerkkinä on muun muassa yleisesti käytössä oleva sinistä valoa suodattava pinnoite, jonka avulla osa sinisestä valosta suodattuu pois osuessaan linssin pintaan ja näin silmään asti pääsee vähemmän sinistä valoa (Downie & Keller & Busija & Lawrenson & Hull 2019: 2). Heijastunut valo voidaan nähdä linssin pinnalla sinisenä jäännösheijasteena (Leung & Wing-hong Li & Kee 2017:3).

#### 4.2 Eye Protect System™ -linssiteknologia

Sinisen valon suodattaminen pinnoitteella aiheuttaa kahdenlaista esteettistä haittaa ja osa kuluttajista saattaakin kokea linssin pinnan vahvan sinivioletin jäännösheijasteen häiritseväksi. Toisaalta, koska fysiikan lakien mukaan tiettyä väriä absorboiva tai heijastava materiaali näyttäytyy sen vastavärinä, on sinistä valoa suodattava linssi keltainen. Keltaisuuden aste puolestaan riippuu siitä, kuinka suuri osa sinisestä valosta absorboituu. Linssin keltaisuus vaikuttaa myös siihen, että linssin läpi katsellessa värimaailma muuttuu hieman lämpimämmän kellertäväksi. (Baillet & Granger 2016; Leung & Wing-hong Li & Kee 2017; Meslin 2010: 20; 33.) Poistaakseen sekä sinivioletin jäännösheijasteen että linssin keltaisuuden, on linssivalmistaja Essilor kehittänyt markkinoille Eye Protect System™ -linssiteknologian. Sen ansiosta linssillä pystytään suodattamaan siniviolettia valoa ilman esteettisiä haittavaikutuksia. (Essilor a.)

Essilorin Eye Protect System™ on linssiin sisäänrakennettu siniviolettia valoa suodattava teknologia. Linssi sisältää haitallista siniviolettia aallonpituutta absorboivia molekyylejä, jotka saavat osan sinivioletista valosta hajoamaan energiaksi päästään linssin läpi kuitenkin hyödyllisen siniturkoosin valon. Esteettisesti kirkkaan linssin aikaansaamiseksi linssissä on spesifioituja vastaväriä absorboivia molekyylejä, jotka neutralisoivat keltaisen jäännösvärin. Tämän seurauksena sinivioletin valon suodatus ei vaikuta myöskään värienhavaitsemiskykyyn. Eye Protect System™ -teknologialla valmistettu linssi vähentää jopa 25 % verkkokalvon solujen rappeumaa verrattuna linssiin, jossa ei ole sinivioletin valon suodatusta. Sini-violetin valon lisäksi Eye Protect System™ -teknologia absorboi UV-A- ja UV-B-säteitä suojaten silmiä UV-säteilyn haittavaikutuksilta. (Essilor a; Essilor b; Essilor c.)

Sinivioletin valon ja UV-säteilyn suodattamisesta voidaan saada maksimaalinen hyöty yhdistämällä Eye Protect System™ -linssiteknologia Essilorin muihin pinnoitteisiin ja linsiominaisuuksiin. Crizal® Sapphire+ -heijastuksenestopinnoitteen yhdistäminen Eye Protect System™ -linssiteknologiaan takaa parhaan mahdollisen UV-säteilyn suodatuksen sekä kirkkauden linssin läpi katsellessa. UV-säteilystä tummuva linssi yhdistettynä sinisen valon suodatukseen puolestaan varmistaa siniseltä valolta suojautumisen niin sisällä kuin ulkona, sillä ulkona UV-säteilystä tummuva linssi toimii aurinkolasilinssin tapaan. Tummuvan linssin väristä riippuen se voi vähentää kaikkien aallonpituuksien läpäisyä linssin läpi tasaisesti tai absorboida tietyn värin kokonaisuudessaan. Täten UV-säteilystä tummuva linssi suodattaa sinistä valoa ulkona enemmän verrattuna kirkkaaseen linssiin. Osa tummuvista linseistä reagoi UV-säteilyn lisäksi näkyvään valoon, jolloin sinisen valon suodatus on muita linsejä tehokkaampaa niin sisällä kuin ulkona. (Essilor d, White 2008: 98–101.)

## 5 Toiminnallinen opinnäytetyö

Toiminnallinen opinnäytetyö on vaihtoehtoinen toteutustapa ammattikorkeakoulun tutkimukselliselle opinnäytetyölle. Sen tavoitteena on käytännön toiminnan ohjeistaminen, opastaminen, järjestäminen tai järjeistäminen esimerkiksi päivitetyn tai täysin uudenlaisen ohjeen tai ohjeistuksen avulla. Tätä konkreettisen tuotoksen eli tuotteen toteuttamista kutsutaan opinnäytetyön toiminnalliseksi osuudeksi ja se voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Tuotoksena voi syntyä esimerkiksi opas, kirja, nettisivut tai jokin paikan päällä järjestettävä tapahtuma tai tilaisuus. (Vilkka & Airaksinen 2003: 9, 68.)

Huomionarvoista toiminnallisessa opinnäytetyössä on, että toteutustavasta huolimatta tulee siinä yhdistyä käytännön toteutus ja prosessin raportointi tutkimusviestinnällisestä näkökulmasta. Kirjallisessa raportissa esitetään opinnäytetyöprosessi kokonaisuudessaan eli siinä kuvaillaan mitä, miksi ja miten on tehty. Lisäksi raportista ilmenee, millainen prosessi on ollut sekä mihin tuloksiin ja johtopäätöksiin työssä on päädytty. Koska opinnäytetyöprosessi on usein ajallisesti pitkälle ajanjaksolle ulottuva prosessi, on sen etenemisestä hyvä pitää jonkinlaista opinnäytetyöpäiväkirjaa. Näin raportin laatiminen on helpompaa, kun opinnäytetyöprosessin eri vaiheet on kirjattu ylös alusta alkaen. (Vilkka & Airaksinen 2003: 19, 65.)

Kun toiminnallisen opinnäytetyön raportti keskittyy kuvaamaan itse opinnäytetyöprosessia ja oppimista, on tuotos laadittu ja kirjoitettu tietty kohderyhmä silmällä pitäen. Tärkeä osa toiminnallisessa opinnäytetyössä onkin kohderyhmän valinta ja mahdollinen rajaus. Tämä on olennaista, koska tuotoksen sisällön määrittelee se, kenelle idea on suunniteltu. Kohderyhmän määrittelemistä voidaan lähestyä esimerkiksi ongelmalähtöisesti pohtimalla, mihin haetaan ratkaisua ja ketä ongelma koskee. Valittu kohderyhmä vaikuttaa myös tuotoksen toteutustapaa pohdittaessa, sillä toteutustavan tulee palvella valittua kohderyhmää parhaalla mahdollisella tavalla. (Vilkka & Airaksinen 2003: 38–40, 51–52, 65.)

Kohderyhmänkin valintaa tärkeämpi vaihe opinnäytetyöprosessissa on aiheen valinta. Valitun aiheen tulee kummuta omista kiinnostuksen kohteista, jotta opinnäytetyön tekeminen säilyy motivoivana läpi prosessin. Aiheen tulee valikoitua sellaisen teeman ympärille, josta on mahdollista syventää omaa asiantuntemusta. Lisäksi aiheen tulee olla ajankohtainen nyt tai tulevaisuudessa. Onnistunut aiheen valinta voi parhaassa tapauksessa

edesauttaa tulevaa työllisyystilannetta ja urakehitystä omalla alalla. (Vilkkä & Airaksinen 2003: 23.)

Tuotoksen sisällön ja toteutustavan suunnittelussa auttaa tutkimuksellinen selvitystyö. Sen avulla voidaan kartoittaa tuotoksen hyödyllisyyttä ja pohtia niitä keinoja, joilla tuotoksen sisältö toteutetaan. Toiminnallisessa opinnäytetyössä ei kuitenkaan ole välttämättä käyttää tutkimuksellisia menetelmiä, vaikka tiedon keräämisen tavat ovat samankaltaisia kuin tutkimuksellisessa opinnäytetyössä. Tutkimusmenetelmiä käytetään perustasolla pitkälti tiedonhankinnan apuna ja saadun tiedon laadun turvaamiseksi, joten toiminnallisessa opinnäytetyössä tutkimuskäytäntöjä voidaan käyttää soveltavammin verrattuna tutkimukselliseen. Myös aineiston analyysi tulee tehdä perustason tunnusluvuilla. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi tutkimustulosten esittämistä prosentein erilaisia taulukoita tai kuvioita hyödyntäen. (Vilkkä & Airaksinen 2003: 56–57.)

Kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimusmenetelmän keinoja käytetään silloin, kun opinnäytetyö tarvitsee tuekseen mitattavissa ja tilastollisesti ilmoitettavissa olevaa numeraalista tietoa. Tällaista tietoa saadaan esimerkiksi kyselylomakkeen avulla, joka voi koostua niin monivalintakysymyksistä kuin avoimista kysymyksistä. Kyselyn tavoitteena on ohjata tutkimuksen sisällöllisiä ratkaisuja tai kerätä puuttuvaa lähdetietoa. Lomake suunnitellaan vastaajan näkökulmasta ja sitä laadittaessa on tärkeää pitää mielessä mitä mitataan, keneltä ja miksi. Kysymykset tulee laatia niin, että niiden muotoilu vastaa tulevan tiedon käyttötarkoitusta. (Vilkkä & Airaksinen 2003: 58–62.)

## 6 Opas

Erilaisista mahdollisista opinnäytetyöaiheiden vaihtoehtoista aiheeksi valikoitui lopulta sininen valo sen ajankohtaisuuden ja omien intressien pohjalta. Sininen valo ja sen vaikutukset silmään on laajasti puhuttu aihe alati lisääntyvän digitaalisten laitteiden käytön vuoksi. Myös optiselle alalle on kehitelty erilaisia tapoja suodattaa silmälle haitallista sinistä valoa ja niiden esittelyn merkitys kuluttajalle on korostunut silmien suojaamisen kannalta. Alkuperäisenä inspiraation lähteenä aihetta valitessa toimi Oulun Ammattikorkeakoulussa vuonna 2015 julkaistu systemaattinen kirjallisuuskatsaus sinisen valon vaikutuksista silmään. Opinnäytetyön jatkotutkimusehdotuksena oli katsauksen päivittäminen tulevaisuudessa tuoreemman tutkimustiedon kokoamiseksi. (Kerola & Raiski 2015.) Kirjallisuuskatsauksen avulla toivottiin pystyvän tarjoamaan optisen alan ammattilaisille uusin tieto sinisen valon vaikutuksista silmään ja siitä, miten erilaisilla linssiominaisuuksilla näitä haittavaikutuksia voidaan ehkäistä.

Ensimmäisessä tapaamisessa yhteistyökumppani Essilorin kanssa valittu aihe sai uuden lähestymistavan. Uutena suunnitelmana oli toteuttaa tietopaketti optikoille, optometrisille ja optisille myyjille sinisestä valosta sekä sitä suodattavasta Essilorin Eye Protect System™ -linssiteknologiasta. Tietopaketti oli tarkoitus koostaa laadullisten haastattelujen pohjalta myymälähenkilökunnan tarpeiden mukaisesti. Oppaan tekeminen tuntui perustellulta, sillä omien kokemusten mukaan työelämässä koetaan sininen valo, sen haittavaikutukset ja silmien suojaamisen tarpeellisuus osittain hankalaksi perustellessa asiakkaalle linssivalintaa. Tietopaketti lisäisi ja vahvistaisi optisen alan ammattilaisten osaamista aihealueesta ja näin he voisivat perustella myös asiakkaalle paremmin sinistä valoa suodattavien linssien tarpeellisuudesta.

Aikataulullisista syistä johtuen laadullisten haastatteluiden tekemisestä jouduttiin luopumaan. Oppaan asiasisältöä lähdettiin suunnittelemaan teoreettisen viitekehyksen ja omien ajatuksien pohjalta sen mukaan, minkä koettiin olevan tärkeää tulla tietopaketissa esiin. Optikkoliikkeissä työskentely on vahvistanut omia kokemuksia siitä, mistä sinisen valon osa-alueista myymälähenkilökunta ja kuluttajat kokevat eniten epävarmuutta. Yhteistyökumppanin ehdotuksesta oppaan sisältö muokattiin pelkän Eye Protect System™ -linssiteknologian toimintaperiaatteen läpikäymisen sijasta käsittelemään sinisen valon suodattaminen myös pinnoitteella. Näin opas olisi hyödyllinen muillekin kuin Essilorin linssijä myyjille optisen alan ammattilaisille. Tietopaketista muodostui alkuperäistä ajatusta laajempi kokonaisuus ja siitä alettiin puhua tietopaketin sijasta oppaana.

Eri vaiheiden ja muuttuneiden suunnitelmien jälkeen opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa opas optikoille ja optometristeille, optisille myyjille sekä optometreriopiskelijoille. Oppaan aiheena on sininen valo, sen aiheuttamat haittavaikutukset ihmisen terveydelle ja hyvinvoinnille sekä näiden haittavaikutusten ehkäiseminen eri tavoin. Tavoitteena oppaalla on lisätä ja vahvistaa myymälähenkilökunnan ymmärrystä sinisestä valosta sekä siitä, miten ja minkälaisia vaikutuksia lisääntynyt siniselle valolle altistuminen voi aiheuttaa ihmiselle niin lyhyellä kuin pidemmälläkin aikavälillä. Oppaan avulla optisen alan ammattilaiset pystyvät kertomaan myös kuluttajille monipuolisemmin sinisen valon haitallisuudesta sekä siltä suojautumisen tarpeellisuudesta eri keinoin.

### 6.1 Oppaan tuottaminen

Toiminnallisen opinnäytetyön toteutusvaiheessa pohditaan millä toteutustavalla työn toiminnallinen osuus palvelee kohderyhmää parhaalla mahdollisella tavalla (Vilka & Airaksinen 2003: 51). Tämän opinnäytetyön toiminnalliseksi työksi valikoitui opas, koska sen avulla on mahdollista tavoittaa mahdollisimman laaja ryhmä optisen alan ammattihenkilöitä. Opas toteutettiin sähköisessä muodossa, jotta se olisi kohderyhmälle helposti saatavilla. Tämän lisäksi oppaan toteuttaminen oli helpointa sähköisesti eri suunnittelu- ja tekstinkäsittelyohjelmia käyttäen.

Oppaan tuottaminen aloitettiin tekstin suunnittelulla ja kirjoittamisella opinnäytetyön teoriaviitekehyksen pohjalta. Oppaan tekstiosuuden suunnittelussa on pohdittava ketkä ovat työn kohderyhmää ja palveleeko se heidän tarpeitaan (Vilka & Airaksinen 2003: 51). Tekstityylin on oltava kohderyhmää puhuttelevaa sekä asianmukaista. Tämän lisäksi on huomioitava kohderyhmän ikä, asema sekä tietämys aiheesta. (Vilka & Airaksinen 2003: 129.) Nämä huomioiden, oppaan tekstityyli kirjoitettiin optisen alan ammattihenkilöille, joilla on jo tietämys alan käsitteistä ja ammattisanastosta. Tiedonhaussa pyrittiin valitsemaan lähivuosina kirjoitettuja lähteitä, jotta oppaaseen saataisiin mahdollisimman ajan tasaista tietoa aiheesta. Tekstin suunnittelu- ja toteutusvaiheessa myös yhteistyökumppani antoi kehitysehdotuksia oppaan rakentamiseen, jonka avulla tehtiin muutoksia asiasisältöön.

Oppaan tekstin haluttiin olevan johdonmukaista, tiivistä sekä helposti ymmärrettävää. Teksti jaettiin eri otsikoihin, mikä selkeyttää oppaan rakennetta ja helpottaa lukijaa hahmottamaan oppaassa käsiteltäviä aiheita. Oppaan alkuun sijoitetun sisällysluettelon avulla lukijan on helppo löytää sivunumeroiden avulla eri aihetta käsittelevät kappaleet.

Oppaan alusta löytyy myös esipuhe, minkä avulla lukijalle selviää, kenelle opas on suunnattu ja mitä asioita siinä tullaan käsittelemään. Oppaan teoriaosuus jakaantuu kuuteen eri aiheeseen. Oppaan ensimmäisissä kappaleissa käsitellään yleisesti sähkömagneettinen säteily ja näkyvä valo, koska ne antavat pohjan muihin oppaassa käsiteltäviin aiheisiin. Tämän jälkeen oppaassa käydään tarkemmin läpi sininen valo, mistä sitä säteilee sekä sen vaikutuksista ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin. Viimeisenä oppaassa kerrotaan sinisen valon aiheuttamien haittavaikutusten ennaltaehkäisemisen eri keinoista sekä sinisen valon suodatuksista silmälasilinsseillä pinnoitteen tai linssiteknologian avulla. Lähdeluettelo löytyy oppaan lopusta.

Oppaan ulkonäköä suunnitellessa on pohdittava, millaisia mielikuvia sillä halutaan viestiä kohderyhmälle (Vilkkä & Airaksinen 2003: 52). Tässä oppaassa ulkonäön avulla haluttiin luoda mielenkiintoa herättävä, ammattimainen sekä selkeä vaikutelma. Työn yhteistyökumppanilla ei ollut muita vaatimuksia oppaan ulkonäköön liittyen kuin heidän logonsa lisääminen oppaan Esipuhe -sivulle sekä takakanteen. Oppaan ulkoasu toteutettiin maksutonta Adobe XD -ohjelmaa käyttäen sen helppokäyttöisyyden sekä monipuolisuuden takia. Apua oppaan ulkonäön suunnitteluun sekä Adobe XD -ohjelman käyttöön saatiin lähipiirissä olevalta graafiselta suunnittelijalta.

Ulkoasua suunnitellessa tulee pohtia työn kokoa ja typografiaa, koska ne vaikuttavat työn luettavuuteen (Vilkkä & Airaksinen 2003: 52). Koska oppaassa käsitellään haitallista sinivioletta valoa, haluttiin se myös oppaan värimaailmaksi. Jotta tekstiä olisi miellyttävä lukea, oppaan tekstisisällön väriksi ei valittu pikimustaa, vaan teksti on kirjoitettu mustaa muistuttavalla tummansinisellä värillä. Oppaan valkoinen tausta parantaa kontrastia ja helpottaa tekstin lukemista. Jotta kappaleiden vaihdokset olisivat selkeitä, on otsikot kirjoitettu sinisellä värillä leipätekstiä suuremmalla tekstin koolla ja leveydellä. Lisäksi huomion kiinnittämiseksi ja asioiden oppimisen helpottamiseksi tekstistä on nostettu esiin pääasioita, jotka ovat esitetty valkoisella tekstillä sinistä taustaa vasten. Myös niitä korostaakseen on käytetty leipätekstiä suurempaa ja leveämpää fonttikokoa. Fontiksi valikoitui Montserrant selkeyden ja miellyttävyyden takia.

Oppaassa olevat kuvat on tehty itse Adobe XD -ohjelmalla tai ladattu vapaasti käytettävissä olevalta Flaticon -sivustolta. Niiden tarkoitus on havainnollistaa oppaassa käsiteltäviä asioita sekä elävöittää opasta. Lisäksi oppaassa on käytetty erilaisia muotoja herättämään mielikuvia. Esimerkiksi sähkömagneettista säteilyä käsittelevässä kappaleessa sivun yläreunassa olevan violetin yksityiskohdan on ajateltu kuvaavan säteilyn

aaltoliikettä. Oppaan kannessa on LED-lamppu, joka säteilee valoa ja takakannessa se on sammunut. Tämä kuvaa oppaan loppumista sekä oppimista mikä on tapahtunut oppaan luettua. Tavoitteena on, että oppaan luettuaan lukija osaa suojautua haitalliselta siniseltä valolta ja tämän takia ledistä tulevat haitalliset säteet ovat niin sanotusti hävinneet.

## 6.2 Pilotointi

Koska laadullisista haastatteluista jouduttiin luopumaan, päädyttiin valmiin oppaan käytettävyyttä pilotoimaan kyselylomakkeella. Jotta kyselyn jakaminen olisi mahdollisimman vaivatonta, toteutettiin se sähköisesti. Kysely päädyttiin tekemään Metropolia Ammattikorkeakoulun E-lomakkeella, koska sen tulokset ovat helposti siirrettävissä SPSS-ohjelmaan. Itse opas julkaistiin Issuu-julkaisualustalla, sillä näin myös oppaan jakaminen eteenpäin sähköisesti olisi helpointa.

Pilotoinnin kohderyhmänä toimi optisen alan ammattilaiset, joten linkit oppaaseen ja kyselylomakkeeseen jaettiin Facebookin Optisen alan keskusteluryhmässä sekä Optometristit ja Optikot -ryhmässä. Lisäksi opinnäytetyön yhteistyökumppani jakoi oppaan sekä kyselylomakkeen työntekijöilleen. Tarkoituksena oli myös, että pilotointi olisi tavoittanut Essilorin linssejä myyviä optisen alan ammattilaisia, mutta aikataulullisista syistä sopivaa jakelukanavaa ei löytynyt. Pilotoinnin tavoitteena oli kerätä alan ammattilaisten mielipide oppaan ulkoasusta, asiasisällöstä ja hyödyllisyydestä. Tulosten perusteella opasta muokattaisiin vastamaan kohderyhmän tarpeita.

Pilotoinnissa hyödynnettiin määrällistä tutkimusmenetelmää. Lomake suunniteltiin vastaajan näkökulmasta, minkä takia sen alkuun on lisätty saate, jossa kerrotaan kyselyn tarkoituksesta, ketkä ovat kohderyhmää, ohjeet sen täyttämistä sekä mihin tuloksia käytetään (Vilkkä & Airaksinen 2003: 59). Lisäksi saatteessa kerrotaan pilotoinnin tekijät, oppilaitos, opinnäytetyön ohjaajat sekä työn yhteistyökumppani. Vakuuttava saate motivoi kohderyhmää vastaamaan kyselyyn (Vilkkä & Airaksinen 2003: 59).

Kyselylomake koostui monivalinta- sekä avoimista kysymyksistä. Niitä laatiessa on pohdittava vastaako kysymyksen muoto tiedon käyttötarkoitusta ja ymmärtääkö vastaaja mitä kysymyksellä tarkoitetaan (Vilkkä & Airaksinen 2003: 60). Kyselyn alussa kysyttiin vastaajasta perustietoja sukupuoleen, työnkuvaan ja työkokemukseen optisella alalla liittyen. Lisäksi pakollisena kysymyksenä selvitettiin, myykö vastaaja työssään Essilorin

linssejä. Mikäli kysymykseen vastasi kyllä, pyydettiin vastaajaa vastaamaan myös kahden seuraavaan kysymykseen. Niiden avulla kartoitettiin vastaajan saaman perehdytyksen riittävyttä Eye Protect System™ -linssiteknologiasta sekä sitä, onko Essilorin koulutusmateriaalit helposti saatavilla kyseisestä linssiteknologiasta. Näihin kysymyksiin vastausvaihtoehdoiksi annettiin kyllä, ei, osittain ja en osaa sanoa.

Vastaajien mielipiteitä oppaasta kartoitettiin oppaan asiasisältöön, rakenteeseen ja ulkoasuun liittyvien väittämien avulla. Myös oppaan tiedon laatua kartoitettiin väittämillä. Ensin vastaajilta kysyttiin, pohjustivatko osuudet sähkömagneettisesta säteilystä ja näkyvästä valosta riittävästi oppaan muita osioita. Tämän jälkeen kysyttiin, kokeeko vastaaja saaneensa oppaan luettuaan riittävästi tietoa sinisestä valosta, sen aiheuttamista haittavaikutuksista ja näiden haittavaikutusten ennaltaehkäisemisestä sekä sinisen valon suodattamisesta silmälasilinsseillä. Vastaajilta kysyttiin vielä, kokevatko he oppaan luettuaan ymmärtävänsä Eye Protect System™ -linssiteknologian toimintaperiaatteen ja sen edut verrattuna sinivaloa suodattaviin pinnoitteisiin. Vastausvaihtoehdot vaihtelivat väittämästä riippuen. Vaihtoehtoina suurimmassa osassa kysymyksistä oli: täysin samaa mieltä, osittain samaa mieltä, osittain eri mieltä ja täysin eri mieltä. Näiden lisäksi muutama kysymykseen vastausvaihtoehtoina oli: kyllä, ei, osittain tai en osaa sanoa. Väittämiä oli yhteensä 17 ja niihin vastaaminen oli pakollista.

Kyselylomakkeessa vapaasti vastattavissa olleet avoimet kysymykset kartoittivat vastaajien mahdollisia kehitysehdotuksia oppaan asiasisältöön, rakenteeseen tai ulkoasuun liittyen. Vastaajilta kysyttiin myös, jäivätkö he kaipaamaan mahdollisesti lisätietoa sinisestä valosta tai sen suodattamisesta silmälasilinsseillä. Lopuksi vastaajille annettiin mahdollisuus kommentoida vapaasti opasta. Viimeiseksi heiltä kysyttiin, suosittelisiko vastaaja opasta kollegalleen.

## 7 Projektin eteneminen

Opinnäytetyön suunnittelu ajoittui vuoden 2020 keväälle ja syksylle. Pitkän suunnittelu-  
jakson jälkeen syksyllä 2020 otettiin yhteyttä opinnäytetyön yhteistyökumppaniin Essilo-  
riin ja sovittiin ensimmäinen tapaaminen, jonka jälkeen opinnäytetyöprosessi käynnistyi  
vauhdilla. Projektille laadittiin aikataulu, joka helpotti tavoitteisiin pääsyä. Opinnäytetyön  
työstäminen päätettiin toteuttaa Google Drive -sivuston kautta, koska se mahdollisti tie-  
dostojen jakamisen sekä muokkaamisen samanaikaisesti. Ensimmäisenä suunniteltiin  
mistä aiheista opinnäytetyön teoriaviitekehys rakentuu. Teoriaosuus jaettiin opinnäyte-  
työn tekijöiden kesken eri osiin ja sitä työstettiin erikseen. Teoriaosuuden kirjoittaminen  
aloitettiin lokakuussa 2020 ja loppuvuoteen mennessä osuus saatiin koottua pääpiirteit-  
tään valmiiksi.

Oppaan asiasisällön ja rakenteen suunnittelu aloitettiin ennen vuoden vaihtumista.  
Suunnitteluvaiheen alussa saatiin opinnäytetyön yhteistyökumppanilta vinkkejä oppaan  
sisällön rakentamiseen. Tammikuussa 2021 oppaan asiasisältö kirjoitettiin opinnäyte-  
työn teoreettisen viitekehysten pohjalta. Kun oppaan asiasisältö oli saatu kirjoitettua,  
vuorossa oli oppaan ulkoasun suunnittelu ja toteutus. Ulkoasun työstämistä varten so-  
vittiin yhteisiä tapaamisia, koska Adobe XD -ohjelmalla ei ollut mahdollista jakaa opasta  
reaaliajassa kahdella eri näyttöpäätteellä. Tammikuun loppuun mennessä oppaan en-  
simmäinen versio oli valmis. Oppaan suunnitteluvaiheen alussa alettiin kirjoittamaan  
opinnäytetyöprosessin eri vaiheista myös päiväkirjamaista tiedostoa Google Drive -alus-  
talle. Sen avulla opinnäytetyön kirjallinen raportti olisi myöhemmin helpompi laatia.

Pilotointia varten kyselyn kysymykset laadittiin tammi-helmikuun 2021 vaihteessa ja pi-  
lotointi aloitettiin helmikuun alussa sähköisellä kyselylomakkeella. Vastausaikaa annet-  
tiin viikko ja tänä aikana opinnäytetyötä työstettiin kirjoittamalla sen muita kirjallisia  
osuuksia. Vastausajan umpeuduttua vastaukset analysoitiin SPSS-ohjelman avulla ja  
tulokset raportointiin opinnäytetyössä. Maaliskuun alkupuolella opinnäytetyöhön koottiin  
viimeiset osuudet ja opas muokattiin lopulliseen muotoonsa pilotoinnista saatujen vas-  
tausten perusteella. Valmis opinnäytetyö palautettiin arvioitavaksi maaliskuun loppuun  
mennessä. Opinnäytetyöprojekti esitellään huhtikuussa 2021 Metropolia Ammattikor-  
keakoulun optometrian tutkinto-ohjelman opinnäytetöiden esityspäivänä. Tämän jälkeen  
valmis opinnäytetyö julkaistaan Theseus-julkaisualustalla. Lisäksi opas ladataan ilmai-  
selle Issuu -julkaisualustalle, jotta se olisi helposti kohderyhmän saatavilla sähköisessä  
muodossa.

## 8 Tulokset

Pilotoinnin tulokset on analysoitu SPSS-ohjelmalla. Analyysissa ei ole tehty tilastollista testausta eri ryhmien välillä, koska pilotoinnin tavoitteena oli kartoittaa mahdollisten lopputukäyttäjien mielipiteitä oppaan käytettävyydestä. Tuloksia havainnollistamaan on tehty taulukoita. Niissä on esitetty jokaisen väittämän vastausten prosentuaalinen jakautuminen vastausvaihtoehtojen mukaisesti sekä vastausten keskiarvo ja keskihajonta. Keskiarvon (K.A.) ja keskihajonnan (K.H.) ilmoittamiseksi vastausvaihtoehdot on skaalattu niin, että täysin samaa mieltä=4, osittain samaa mieltä=3, osittain eri mieltä=2 ja täysin eri mieltä=1. Lyhenne "N" tarkoittaa vastaajien lukumäärää. Avointen kysymysten vastauksia ei ole analysoitu SPSS-ohjelmalla, vaan niissä esiin tulleet palautteet on koottu analyysiin suorina lainauksina tai omin sanoin auki kirjoitettuna.

### 8.1 Pilotoinnin yhteenveto

Kyselyyn vastasi yhteensä 49 henkilöä, joista 39 oli naisia ja kahdeksan miehiä. Kaksi vastaajaa ei halunnut kertoa sukupuoltaan. Vastaajista 42 oli työnkvaltaan optikoita tai optometristeja, kolme optista myyjää ja neljä opiskelijaa. Työvuosia optisella alalla vastanneilla oli ehtinyt kertyä juuri aloittaneista aina 49:ään vuoteen. Keskiarvo työvuosissa oli 13,3 vuotta ja yleisin valittu arvo oli kaksi vuotta.

Vastaajista 15 myi työssään Essilorin linssejä. Kun vastaajilta kysyttiin, onko hän kokenut saaneensa Eye Protect System™ -linssiteknologiasta tarpeeksi perehdytystä, vastasi 26,7 % kyllä. Ei-vaihtoehdon valitsi 40,0 % vastaajista ja 33,3 % kertoi saaneensa perehdytystä osittain tarpeeksi. Kysymykseen "Onko Essilorin koulutusmateriaalit Eye Protect System™ -linssiteknologiasta mielestäsi helposti saatavilla?" vastasi 46,7 % kyllä ja 20,0 % ei. 13,3 % kertoi koulutusmateriaalien olevan osittain helposti saatavilla ja 20,0 % vastasi vaihtoehdon "en osaa sanoa".

Väittämät oppaan asiasisältöä, rakennetta ja ulkonäköä koskien jakoivat mielipiteitä vastaajien kesken. Taulukossa 1 on esitetty oppaan asiasisältöä koskevien väittämien tulokset. Kunkin väittämän kohdalla eniten vastauksia sai vaihtoehdot täysin samaa tai osittain samaa mieltä. Suurin hajonta vastauksissa oli väittämän "Oppaassa on minulle uutta tietoa" -kohdalla. Siihen useampi vastaaja kertoi muita väittämiä enemmän olevansa osittain eri tai täysin eri mieltä.

Taulukko 1. Oppaan asiasisältö. N=49. Vastausvaihtoehtojen prosentuaalinen jakautuminen väittämien mukaan. Keskiarvo (K.A.) ja keskihajonta (K.H.) ilmoitetaan skaalalla täysin samaa mieltä=4, osittain samaa mieltä=3, osittain eri mieltä=2 ja täysin eri mieltä=1.

	Oppaan teksti on ymmärrettävää	Opas on hyödyllinen	Opas on kattava	Opas vastaa odotuksiani	Oppaassa on minulle uutta tietoa
	K.A.=3,8 K.H.=0,5	K.A.=3,4 K.H.=0,8	K.A.=3,1 K.H.=0,8	K.A.=3,1 K.H.=0,8	K.A.=2,7 K.H.=1,1
Täysin samaa mieltä	83,7 %	51,0 %	36,7 %	32,7 %	32,7 %
Osittain samaa mieltä	12,2 %	32,7 %	42,9 %	42,9 %	22,4 %
Osittain eri mieltä	4,1 %	16,3 %	18,4 %	24,5 %	24,5 %
Täysin eri mieltä	0,0 %	0,0 %	2,0 %	0,0 %	20,4 %

Oppaan rakennetta koskien (taulukko 2) väittämien jakaantuminen vastausvaihtoehtojen mukaisesti ei ollut yhtä suurta kuin oppaan asiasisältöä koskien. Erityisesti oppaan johdonmukaisuudesta ja helppolukuisuudesta suurin osa vastaajista oli täysin samaa mieltä. Se, käsiteltiinkö oppaassa aiheita tarpeeksi, jakoi vastaajien mielipiteitä eniten. Myös sitä koskien vastaajat kertoivat suurimmaksi osaksi olevansa täysin samaa mieltä, mutta myös vaihtoehdot osittain samaa mieltä ja osittain eri mieltä vastattiin kahteen muuhun väittämään verrattuna useammin.

Taulukko 2. Oppaan rakenne. N=49. Vastausvaihtoehtojen prosentuaalinen jakautuminen väittämien mukaan. Keskiarvo (K.A.) ja keskihajonta (K.H.) ilmoitetaan skaalalla täysin samaa mieltä=4, osittain samaa mieltä=3, osittain eri mieltä=2 ja täysin eri mieltä=1.

	Opas etenee johdonmukaisesti	Aiheita on käsitelty tarpeeksi	Opas on helppolukuisuinen
	K.A.=3,8 K.H.=0,5	K.A.=3,2 K.H.=0,8	K.A.=3,8 K.H.=0,5
Täysin samaa mieltä	79,6 %	42,9 %	81,6 %
Osittain samaa mieltä	16,3 %	34,7 %	14,3 %
Osittain eri mieltä	4,1 %	20,4 %	4,1 %
Täysin eri mieltä	0,0 %	2,0 %	0,0 %

Oppaan ulkoasuun liittyen (taulukko 3) jokaiseen kolmeen väittämään vastattiin kaikkia vaihtoehtoja vähintään kerran. Edelleen jokaisessa väittämässä suosituin vastausvaihtoehto

toehto oli täysin samaa tai osittain samaa mieltä niin, että oppaan värimaailman miellyttävyydessä täysin samaa mieltä vastanneiden määrä oli kahta muuta väittämää vähäisempi.

Taulukko 3. Oppaan ulkoasu. N=49. Vastausvaihtoehtojen prosentuaalinen jakautuminen väittämien mukaan. Keskiarvo (K.A.) ja keskihajonta (K.H.) ilmoitetaan skaalalla täysin samaa mieltä=4, osittain samaa mieltä=3, osittain eri mieltä=2 ja täysin eri mieltä=1.

	Oppaan värimaailma on miellyttävä	Oppaan ulkoasu on selkeä	Kuvat edesauttavat tekstin ymmärtämistä
	K.A.=3,5 K.H.=0,8	K.A.=3,7 K.H.=0,6	K.A.=3,6 K.H.=0,8
Täysin samaa mieltä	63,3 %	73,5 %	75,5 %
Osittain samaa mieltä	28,6 %	22,4 %	16,3 %
Osittain eri mieltä	4,1 %	2,0 %	4,1 %
Täysin eri mieltä	4,1 %	2,0 %	4,1 %

Kun vastaajilta kysyttiin, pohjustivatko osuudet sähkömagneettisesta säteilystä ja näkyvästä valosta riittävästi oppaan muita osioita, vastasi 81,6 % kyllä. Toiseksi eniten vastauksia sai vaihtoehto osittain 14,3 % osuudella. Täten vastausvaihtoehdon ei valitsi 4,1 % vastaajista.

Taulukossa 4 on esitelty oppaan tiedon kattavuutta koskevien väittämien vastaukset. Kunkin väittämän kohdalla vastaajat olivat suurimmaksi osin täysin samaa tai osittain samaa mieltä, vaikkakin vastausvaihtoehtojen prosentuaalinen jakautuminen vaihteli väittämien kesken. Jokaisen väittämän kanssa vähintään seitsemän vastaajaa oli osittain eri mieltä. Vastausvaihtoehto täysin eri mieltä valittiin vähintään kerran kysyttäessä tiedon kattavuudesta koskien sinistä valoa ja sen aiheuttamia haittavaikutuksia.

Taulukko 4. Oppaan tiedon kattavuus. N=49. Vastausvaihtoehtojen prosentuaalinen jakautuminen väittämien mukaan. Keskiarvo (K.A.) ja keskihajonta (K.H.) ilmoitetaan skaalalla täysin samaa mieltä=4, osittain samaa mieltä=3, osittain eri mieltä=2 ja täysin eri mieltä=1.

	Sain tarpeeksi tietoa:			
	Sinisestä valosta	Sinisen valon haittavaikutuksista	Haittavaikutusten ennaltaehkäisemisestä	Sinisen valon suodattuksesta silmälasilinsseillä
	K.A.=3,4 K.H.=0,8	K.A.=3,3 K.H.=0,9	K.A.=3,3 K.H.=0,8	K.A.=3,5 K.H.=0,8
Täysin samaa mieltä	57,1 %	53,1 %	51,0 %	63,3 %
Osittain samaa mieltä	26,5 %	28,6 %	30,6 %	18,4 %
Osittain eri mieltä	14,3 %	14,3 %	18,4 %	18,4 %
Täysin eri mieltä	2,0 %	4,1 %	0,0 %	0,0 %

Väittämän ”Oppaan luettuani ymmärrän Eye Protect System™ -linssiteknologian toimintaperiaatteen” kanssa 55,1 % vastaajista oli täysin samaa mieltä ja 42,9 % osittain samaa mieltä. Yksi vastaaja kertoi olevansa väittämän kanssa täysin eri mieltä. Väittämän ”Oppaan luettuani ymmärrän Eye Protect System™ -linssiteknologian edut verrattuna sinivaloa suodattaviin pinnoitteisiin” kanssa puolestaan täysin samaa mieltä oli 63,3 %, osittain samaa mieltä 32,6 % ja osittain eri mieltä 4,1 %.

Lopuksi vastaajille annettiin mahdollisuus suositella opasta kollegalleen. Väittämän valitseminen ei ollut pakollista. 49:stä vastaajasta väittämän oli lopulta valinnut 53,1 %.

### Vapaa sana

Avoimiin kysymyksiin vastasi yhteensä 51 % vastaajista. Avoimissa kysymyksissä vastaajat antoivat kehitysehdotuksia oppaan asiasisältöön ja ulkoasuun liittyen. Visuaalista ilmettä koskien osa vastaajista koki violetin värimaailman aiheuttavan tekstin lukemisen hankaluutta ja olevan silmälle epämiellyttävä. Värimaailman mainittiin myös olevan ristiriidassa sen suhteen, että oppaassa juuri sinivioletin valon kerrotaan olevan silmälle haitallista. Kaksi vastaajaa koki tekstin fontin, koon, paksuuden ja kontrastin olevan huono erityisesti puhelimella lukiessa.

Osa vastaajista kommentoi jääneensä kaipaamaan oppaaseen syvempää, vähemmän mainosmaista, laajempaa, teknisempää tai enemmän faktoihin perustuvaa tietoa. Yksi vastaajista toivoi tietoa päivänvalon, UV-säteilyn ja keinotekoisien valon energiatasoista

silmänpohjalta mitattuna ilman sinistä valoa suodattavaa linssiä verrattuna vastaaviin tietoihin sinistä valoa suodattavan silmälasilinssin kanssa mitattuna. Tähän liittyen kaksi vastaajaa kyseenalaisti digitaalisista laitteista tulevan sinisen valon määrän ja sen, missä määrin todellisuudessa keinotekoinen sininen valo voi aiheuttaa vaurioita silmänpohjassa. Yhden vastaajan epäilyt kohdistuivat näiden lisäksi näytön värisäätöjen toimivuuteen sinisen valon suodattamisessa. Kolmessa kommentissa vastaajat puolestaan kertoivat jääneensä kaipaamaan tarkempia tietoja ja kriittistä vertailua eri linssivalmistajien suodatuskäyristä ja -määristä sinisen valon suodatuksen osalta. Lisäksi yksi vastaaja kaipasi tarkempaa tietoa sinisen valon vaikutuksista verkkokalvoon solutasolla ja toinen mainitsi oppaasta puuttuvan tieto siitä, että linssin valonläpäisy vähenee tiettyjä aallonpituuksia suodatettaessa.

Yksi vastaaja kaipasi tarkempaa tietoa valon sironnasta ja siitä, miten siroaminen eroaa silmän väliaineissa verrattuna siroamiseen ilmassa. Lisäksi yhdessä kommentissa ehdotettiin, että oppaaseen lisättäisiin tietoa ravinnon merkityksestä silmäterveyteen ja sinisen valon haittavaikutusten ennaltaehkäisemisessä. Useammassa kommentissa tuli esiin, että erityisesti pidempään alalla työskennelleet optometristit ja optikot kokivat oppaan olevan hyödyllinen lähinnä optisille myyjille tai asiakkaille. Edelleen yksi vastaaja mainitsi oppaan sopivan vain linssivalmistaja Essilorin yhteistyökumppaneille ja toinen yhteistyön vaikuttavan oppaan luotettavuuteen negatiivisesti. Vain yksi vastaaja toivoi tekstiosioita lyhyemmäksi ja selkeämmäksi, jotta opas olisi helppolukuisempi. Yksi vastaajista mainitsi myös, että hänelle oppaasta ei ole merkittävästi hyötyä, sillä hänen työpaikallaan ei ole myynnissä sinistä valoa suodattavaa linssiä. Lisäksi yksi vastaaja toi esiin myös toisen linssivalmistajan myyvän Eye Protect System™ -linssiteknologiaa vastaavaa sinistä valoa suodattavaa linssiä.

Kehitysehdotuksien lisäksi vapaissa kommentteissa annettiin myös paljon positiivista palautetta. Suurin osa avoimiin kommentteihin vastanneista piti oppaan asiasisältöä sekä tiedon kattavuutta riittävänä. Myös muun muassa oppaan visuaalista ilmettä ja tekstin ymmärrettävyyttä keuhuttiin. Vastaajat kommentoivat opasta muun muassa näin:

Ulkoasu todella kaunis ja helppolukuinen. Lähteitä käytetty kattavasti.

Mielestäni on hyvä, että opas on kompakti. Pysyy hyvin aiheessa ja antaa paljon uutta tietoa (ja syventää jo tiedossa olevaa). Opas saa kiinnostuksen heräämään. Liian pitkää opasta ei kukaan jaksa lukea, tässä pituus on juuri sopiva.

Visuaalinen ulkonäkö erittäin hyvä! Selkeä ja kattava opas. Kiva olisi antaa kehitysehdotuksia, mutta en sellaisia keksi. Aion ottaa oppaan itselleni talteen ja hyödyntää sitä työssäni, mielestäni tämä on merkki onnistuneesta oppaasta.

## 8.2 Työvuodet taustamuuttujana

Koska hajonta vastauksissa oli paikoittain suurtakin, analysoitiin tuloksia myös eri muuttujien avulla. Vastauksia tarkastellessa huomio kiinnittyi erityisesti eroihin pidempään optisella alalla työskennelleiden vastauksissa verrattuna vähemmän aikaa alalla olleiden vastauksiin. Optiselta alalta kertyneiden työvuosien mukaisesti vastaajat jaettiin kahteen ryhmään: 0–5 vuotta työskennelleet ja 6–49 vuotta alalla työskennelleet. Työvuosien perusteella analysoituja tuloksia havainnollistamaan on tehty taulukoita, joissa esitetään vastauksien keskiarvo sekä keskihajonta. Analysoitavaksi on valittu ainoastaan sellaiset väittämät, joissa näiden kahden ryhmän antamissa vastauksissa on ollut merkittävää eroa toistensa suhteen.

Vastaajista 0–5 vuotta alalla työskennelleitä oli 17 ja 6–49 vuotta työskennelleitä 32. Heidän antamat vastaukset erosivat toisistaan erityisesti oppaan asiasisältöä ja tiedon kattavuutta koskevissa väittämässä. Taulukossa 5 on esitetty vastausten jakautuminen oppaan asiasisältöön liittyvissä väittämässä. Erityisesti väittämässä ”Oppaassa on minulle uutta tietoa” ja ”Opas vastaa odotuksiani” voi havaita eniten eroavaisuuksia keskiarvojen osalta, minkä lisäksi ensimmäisenä mainitun väittämän keskihajonta on korkea molemmissa ryhmissä. Oppaan hyödyllisyyttä ja odotuksiin vastaamista koskien kummassakin ryhmässä pienin valittu arvo oli kaksi ja suurin neljä. Väittämään ”Opas on kattava” 0–5 vuotta alalla olleiden pienin valittu arvo oli kaksi ja 6–49 vuotta alalla olleiden pienin arvo oli yksi. Molempien ryhmien suurin valittu arvo oli neljä. Väittämään koskien oppaan sisältämää uutta tietoa vastaajalle valittiin molemmissa ryhmissä kaikkia vastausvaihtoehtoja.

Taulukko 5 . Oppaan asiasisältöön liittyvien väittämien vastausten jakautuminen optisella alalla kertyneiden työvuosien mukaan. N=49. Keskiarvo (K.A.) ja keskihajonta (K.H.) ilmoitetaan skaalalla täysin samaa mieltä=4, osittain samaa mieltä=3, osittain eri mieltä=2 ja täysin eri mieltä=1.

	Opas on hyödyllinen	Opas on kattava	Opas vastaa odotuksiani	Oppaassa on minulle uutta tietoa
0-5 vuotta alalla olleet (N=17)	K.A.=3,5 K.H.=0,6	K.A.=3,5 K.H.=0,7	K.A.=3,4 K.H.=0,9	K.A.=3,1 K.H.=1,1
6-49 vuotta alalla olleet (N=32)	K.A.=3,3 K.H.=0,8	K.A.=3,0 K.H.=0,8	K.A.=2,9 K.H.=0,7	K.A.=2,5 K.H.=1,1

Kun vastaajilta kysyttiin, onko oppaan aiheita käsitelty tarpeeksi, vastauksissa oli havaittavissa eroavaisuuksia. 0–5 vuotta alalla olleiden vastauksien keskiarvo oli 3,4 ja keskihajonta oli 0,7, kun taas keskiarvo 6–49 vuotta alalla olleiden vastauksissa oli 3,1 ja keskihajonta oli 0,9. Tämän takia haluttiin tarkastella tarkemmin, mistä aiheista vastaajat kokivat saavansa tarpeeksi tietoa ja miten vastaukset jakautuvat työvuosien mukaan. Taulukossa 6 esitetään oppaan sisältämän tiedon kattavuuteen liittyvien väittämien vastausten jakautumista huomioiden optisella alalla kertyneet työvuodet. Keskiarvoissa ja -hajonnoissa on nähtävissä ero työvuosien mukaisesti. Lyhyemmän aikaa alalla olleiden vastausten keskiarvo on suurempi ja keskihajonta pienempi lähes kaikissa väittämässä. Ainoastaan väittämässä ”Sain tarpeeksi tietoa sinisen valon haittavaikutuksista” molempien ryhmien keskihajonta on 0,9.

Taulukko 6. Oppaan tiedon kattavuuteen liittyvien väittämien vastausten jakautuminen optisella alalla kertyneiden työvuosien mukaan. N=49. Keskiarvo (K.A.) ja keskihajonta (K.H.) ilmoitetaan skaalalla täysin samaa mieltä=4, osittain samaa mieltä=3, osittain eri mieltä=2 ja täysin eri mieltä=1.

	Sain tarpeeksi tietoa:			
	Sinisestä valosta	Sinisen valon haittavaikutuksista	Haittavaikutusten ennaltaehkäisemisestä	Sinisen valon suodattamisesta silmälasilinsseillä
0-5 vuotta alalla olleet (N=17)	K.A.=3,7 K.H.=0,6	K.A.=3,5 K.H.=0,9	K.A.=3,5 K.H.=0,6	K.A.=3,6 K.H.=0,7
6-49 vuotta alalla olleet (N=32)	K.A.=3,3 K.H.=0,9	K.A.=3,2 K.H.=0,9	K.A.=3,2 K.H.=0,8	K.A.=3,4 K.H.=0,8

Kun vastaajilta kysyttiin, oliko oppaassa tietoa riittävästi sinisestä valosta, sen haittavaikutusten ennaltaehkäisemisestä ja suodattamisesta silmälasilinsseillä, 0–5 vuotta alalla olleiden pienin valittu arvo oli kaksi ja suurin valittu arvo neljä. Väittämässä tiedon riittävyydestä koskien sinisen valon haittavaikutuksia, 0–5 vuotta alalla olleiden pienin valittu arvo oli yksi ja suurin neljä. Väittämiin ”Sain tarpeeksi tietoa sinisestä valosta” ja ”Sain riittävästi tietoa sinisen valon haittavaikutuksista” 6–49 vuotta alalla olleet valitsivat kaikkia vastausvaihtoehtoja. Kun vastaajilta kysyttiin, käsitelläänkö oppaassa riittävästi sinisen valon haittavaikutusten ennaltaehkäisemistä ja valon suodattamista silmälasilinsseillä, oli 6–49 vuotta alalla olleiden pienin valittu arvo kaksi ja suurin neljä.

## 9 Johtopäätökset

Suurin osa vastaajista antoi oppaasta positiivista palautetta, mutta vastauksissa oli nähtävissä myös hajontaa. Enemmistö vastaajista oli optikoita tai optometristeja, minkä vuoksi optikoiden, optisten myyjien ja opiskelijoiden antamien vastauksien välillä ei tehty tarkempaa analyysia. Myöskään vastaajan sukupuolella ei ollut merkittävää vaikutusta annettuihin vastauksiin. Sen sijaan se, kuinka monta vuotta vastaaja oli työskennellyt optisella alalla, antoi olennaista tietoa oppaan kohderyhmästä, hyödyllisyydestä ja kattavuudesta.

Oppaan tekstiä pidettiin ymmärrettävänä ja suurin osa vastaajista piti opasta hyödyllisenä. Vähemmän aikaa alalla työskennelleet kokivat oppaan hyödyllisempänä sekä kattavampana ja se vastasi heidän odotuksiaan enemmän verrattuna kauemmin alalla olleisiin. Lisäksi vastaajat, jotka olivat työskennelleet alalla vähemmän aikaa, kokivat saavansa oppaasta enemmän uutta tietoa. Näiden vastausten perusteella voidaan todeta, että opas olisi sopivampi niille henkilöille, jotka eivät ole työskennelleet alalla montaa vuotta. Luonnollisesti useampia vuosia alalla työskennelleillä osaaminen on kattavampaa, minkä takia heille oppaan asiat ovat pääsääntöisesti tuttuja. Vapaista kommentteista myös huomattiin, että vastaajat kokivat oppaan olevan hyödyllisempi optisille myyjille. Voidaan siis todeta, että oppaasta suurimman hyödyn saavat vasta aloittaneet optikot ja optometristit, optiset myyjät sekä opiskelijat. Pidemmän aikaa alalla olleille henkilöille opas toimii enemmän kertauksena jo aiemmin opituista asioista. Lisäksi voidaan todeta oppaan olevan erityisen hyödyllinen Essilorin linssejä myyville ammatinharjoittajille.

Oppaan pilotoinnista saadun palautteen perusteella oppaaseen tehtiin muutoksia. Vastausten perusteella erityisesti pidempään alalla työskennelleet optikot ja optometristit olisivat kaivanneet oppaaseen syvempää tietoa. Palautteen mukaisesti oppaaseen lisättiin osuus sinisen valon aiheuttamista verkkokalvomuutoksista solutasolla. Myös valon siroamista ilmassa ja silmän optisissa väliaineissa tarkennettiin. Näiden lisäksi Eye Protect System™ -linssiteknologiaa käsittelevää tietoa täsmennettiin vastaajien kommenttien ja yhteistyökumppanin kehitysehdotusten mukaisesti. Myös tiettyjä harhaanjohtavuuksia tekstissä korjattiin.

Oppaan asiasisältöä ei hyvistä kehitysehdotuksista huolimatta syvennetty edellä mainittuja seikkoja lukuun ottamatta enempää, sillä opas haluttiin pitää kompaktina. Linssival-

mistajilla on tänä päivänä lukuisia toimintaperiaatteiltaan ja sinisen valon suodatusmäärittään toisistaan eroavia tuotevaihtoehtoja, joiden läpikäyminen ja vertailu keskenään olisi laajentanut opasta merkittävästi. Vaikka Eye Protect System™ -linssiteknologian mainitseminen nimeltä ainoana linssiominaisuutena syö oppaan luotettavuutta, on se perusteltua opinnäytetyön yhteistyökumppanin vuoksi. Pilotoinnin perusteella opas myös täyttää sellaisenaan tavoitteen lisätä lukijan ymmärrystä taustatekijöistä sinisen valon haitallisuuden takana sekä siitä, minkälaisia ongelmia sininen valo voi aiheuttaa ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin. Näin optisen alan ammattilaisten on helpompi kertoa ja perustella kuluttajille sinisen valon haitallisuudesta sekä siltä suojautumisen tarpeellisuudesta. Näiden syiden vuoksi haittavaikutusten ennaltaehkäiseminen silmälasilinssein ja muilla keinoin on perusteltua käydä oppaassa läpi vain yleisellä tasolla. Lisäksi ravinnon merkityksestä silmäterveyteen on tehty jo aikaisemmin opinnäytetyö (Malmelöv 2019).

Osa vastaajista kertoi jääneensä kaipaamaan tiettyihin oppaan asiasisällössä esitettyihin väittämiin faktapohjaisempaa perustelua. Tämän vuoksi osaan oppaan teksteistä merkittiin lähdeviitteet muunneltua lähdeviitetekniikkaa hyödyntäen. Tekstin joukossa on numeroita, joiden avulla lukija löytää sitä vastaavan lähteen lähdeluettelosta. Näin lukijan on helppo tarkistaa väittämien todenperäisyys alkuperäisestä lähteestä.

Jotta opasta olisi miellyttävämpi lukea, muutettiin sen pääväri sinivioletista tummempaan siniseen. Myös fonttia paksunnettiin tekstin ja taustan välisen kontrastin parantamiseksi. Lähdeluettelon fonttia puolestaan pienennettiin, jotta luettelosta saatiin tiiviimpi. Lisäksi oppaan ulkoasuun tehtiin pieniä ulkonäöllisiä muutoksia esimerkiksi tekstin sisennyksiin ja kuvien sijoitteluun tekstissä pilotoinnista saadun palautteen mukaisesti.

Vain 15 vastaajaa kertoi myyvänsä työssään Essilorin linssejä. Enemmistö heistä ei kokenut saaneensa Eye Protect System™ -linssiteknologiasta tarpeeksi perehdytystä. Lähes puolet heistä toisaalta kertoi koulutusmateriaalien linssiteknologiasta olevan helposti saatavilla. Tuloksia ei voida pitää täysin luotettavina, sillä kysymyksessä ei tajuttu tarkentaa sen koskevan ainoastaan kirkkaita linssejä. Näin kysymyksen on voinut vastata myös sellaiset henkilöt, jotka myyvät työssään vain Essilorin aurinkolasilinssejä.

Väittäjä siitä, suosittelisiko vastaaja opasta kollegalleen, ei ollut pakollinen. Voidaankin kyseenalaistaa, huomasivatko kaikki vastaajat väittämää laisinkaan. Kysymyksen asettaminen pakolliseksi vastausvaihtoehdoilla kyllä ja ei olisi varmistanut kaikkien vastaajien mielipiteen asiasta.

## 10 Pohdinta

Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä. Tarkoituksena oli tuottaa opas, jonka aiheena on sininen valo, sen aiheuttamat haittavaikutukset ihmisen terveydelle ja hyvinvoinnille sekä haittavaikutusten ehkäiseminen eri tavoin. Oppaan on tarkoitus palvella optikoita, optometristeja, optisia myyjiä sekä alan opiskelijoita. Tavoitteena oli, että oppaan avulla optisen alan ammattilaiset ymmärtävät taustatekijät sinisen valon haitallisuuden takana ja pystyvät täten kertomaan sekä perustelevaan kuluttajille monipuolisemmin siniseltä valolta suojautumisen tarpeellisuutta eri keinoin.

Koska oppaan asiasisältö rakennettiin teoreettisen viitekehyksen pohjalta, oli aihealueisiin perehdyttävä ensin huolellisesti itse. Työn teoreettisen osuuden kirjoittaminen lisäsi tietämystä ja ymmärrystä valon luonteesta sekä erityisesti siitä, miten ja minkälaisia vaikutuksia lisääntynyt siniselle valolle altistuminen voi aiheuttaa ihmisen terveydelle ja hyvinvoinnille. Työelämässä saadut tiedot siniseltä valolta suojautumisen tarpeellisuudesta ovat jääneet osittain pintapuolisiksi, mutta syvemmän ymmärryksen kautta voidaan haittavaikutusten ennaltaehkäisemisen eri keinoin todeta olevan tarpeellista. Suojautumisen tärkeys korostuu erityisesti pitkäkestoisen ja lyhyeltä katseluetäisyydeltä tapahtuvan digitaalisten laitteiden lisääntyneen käytön seurauksena. Sinivioletin valon yhteydestä riskiin sairastua makuladegeneraatioon on kuitenkin edelleen saatavilla suhteellisen vähän empiiristä tutkimustietoa. Aihetta on mahdollista tutkia oletetusti tarkemmin tulevien vuosikymmenten aikana Z-sukupolven varttuessa.

Opinnäytetyön yhteistyö Essilorin kanssa on vaikuttanut oppaan asiasisältöön ja sen luotettavuuteen. Mikäli alkuperäisen suunnitelman mukaiset laadulliset haastattelut Essilorin linssijä myyville ammatinharjoittajille olisi voitu toteuttaa, olisi opas voitu suunnata vain heidän käyttöönsä ja täten se olisi koottu vastaamaan juuri heidän tarpeitansa. Vaikka laadullisista haastatteluista jouduttiin luopumaan ja oppaassa käytiin Eye Protect System™ -linssiteknologian toimintaperiaatteen lisäksi myös sinistä valoa suodattavan pinnoitteen peruseriaatteet läpi, korostetaan oppaassa erityisesti Essilorin linssiteknologian hyötyjä pinnoitteeseen verrattuna. Opas toimii yleispätevänä oppaana myös muiden linssivalmistajien tuotteita myyville ammatinharjoittajille sinisen valon haitallisuuden ja haittavaikutusten ehkäisemisen näkökulmasta, mutta osuudet linssiominaisuuksista voivat vaikuttaa mainosmaiselta muiden kuin Essilorin tuotteita myyville optisen alan ammattilaisille. Mikäli opinnäytetyön yhteistyökumppanina olisi toiminut jokin neutraali taho,

olisi opas voitu toteuttaa sinisen valon näkökulmasta ja linssiominaisuudet olisi voitu mainita vain lyhyesti ilman tarkempia tuotenimiä. Toisaalta koska Eye Protect System™ -linssiteknologia suodattaa nimenomaan siniviolettiä säteilyä, oppaassa osattiin nostaa esiin haitallisen sinivioletin ja hyödyllisen siniturkoosin valon eroja. Nämä erot eivät olisi välttämättä saaneet yhtä paljoa huomiota, mikäli yhteistyötaho olisi ollut joku muu.

Oppaan pilotointi toi esiin, että sinisen valon haitallisuus aiheena jakaa vahvasti mielipiteitä ammatinharjoittajien kesken. Sininen valo onkin edelleen melko tuore ja vähäisesti tutkittu aihealue optisella alalla. Alati lisääntyvän tutkimustiedon avulla aiheesta saadaan jatkuvasti uutta tietoa, jolloin keskenään ristiriitaisten tutkimustulosten voidaan olettaa vähentyvän. Opinnäytetyö kokoaa tämänhetkisen tiedon aihealueesta yhdeksi kokonaisuudeksi ja lisää optisen alan ammattilaisten ymmärrystä sinisestä valosta, sen aiheuttamista haittavaikutuksista ja näiden vaikutusten ennaltaehkäisemisen tarpeellisuudesta eri keinoin. Oppaan avulla sinistä valoa suodattavien linssiominaisuuksien myynti on läpinäkyvämpää niin asiakkaille kuin myymälähenkilökunnallekin.

Opinnäytetyön tarkoituksen voidaan todeta täyttyneen, koska sen toiminnallisena osuutena syntyi selkeä, kattava ja hyödyllinen opas. Opinnäytetyö on toteutettu ammattikorkeakoulun asettamien vaatimusten mukaan ja se sisältää toiminnallisen opinnäytetyön osat. Opinnäytetyön toteutukseen ei liity eettisiä riskejä, koska sen toteutus ei vaatinut henkilötietojen keräämistä. Pilotointi toteutettiin anonymisti sähköisellä kyselylomakkeella ja tulosten käsittelyssä noudatettiin luottamuksellisuutta. Tiedot tallennettiin vain järjestelmiin, jotka olivat salasanojen takana. Opinnäytetyön ja oppaan teoreettinen osuus pohjautuu ajantasaiseen tutkimustietoon ja aineistoa valittaessa otettiin huomioon lähdekriittisyys. Eye Protect System™ -linssiteknologiasta kertovassa teoriaosuudessa lähteinä käytettiin Essilorilta saatuja materiaaleja, sillä linssiteknologiasta ei ollut saatavilla tietoa neutraaleissa lähdekanavissa. Lähteiden alkuperä ja yksipuolisuus syö osuuden luotettavuutta.

Yhtenä opinnäytetyön riskinä voidaan pitää sitä, että opas ei vastaa kohderyhmän tarpeita tai opasta ei tulla hyödyntämään. Oppaan pilotoinnista saadun palautteen perusteella voidaan kuitenkin todeta, että erityisesti vähemmän aikaa alalla työskennelleille oppaassa oli uutta tietoa ja he kokivat sen hyödyllisenä. Täten voidaan olettaa, että oppaan kohderyhmä tulee hyödyntämään opasta tulevaisuudessa. Lisäksi opinnäytetyön toteutukseen toi epävarmuutta aikataululliset ongelmat. Osa opinnäytetyöprosessin vaiheista vei oletettua enemmän aikaa ja alkuperäisestä aikataulusta jouduttiin joustamaan.

Kaikille työvaiheille oli kuitenkin varattu tarpeeksi aikaa ja opinnäytetyö saatiin valmiiksi ajallaan.

Oppaan pilotoinnissa tuli esiin osan vastaajista jääneen kaipaamaan tietyistä oppaan osa-alueista syvällisempää tietoa. Koska oppaan aihe oli jo kovin laaja ja pituus haluttiin pitää kompaktina, ei teoriaosuutta syvennetty juurikaan alkuperäisestä. Jatkotutkimusehdotuksena onkin kerätä tarkempaa tietoa digitaalisista laitteista tulevan sinisen valon aiheuttamista vaurioista silmämpohjaan. Lisäksi yksi ehdotus jatkotutkimuksesta on eri linssivalmistajien sinistä valoa suodattavien linssien vertailu. Näkökulmana tutkimukselle voisi olla esimerkiksi se, missä määrin erilaiset sinistä valoa suodattavat linssiominaisuudet estävät sinisen valon pääsyä silmään. Lisäksi oppaan tieto tulisi päivittää tulevaisuudessa ajankohtaiseksi tuoreemman tutkimustiedon mukaisesti.

## Lähteet

Al-Azzawi, 2007. Light and Optics. Principles and Practices. Florida: Taylor and Francis Group.

American Academy of Ophthalmology 2019. Protect Your Eyes From Too Much Screen Time. Artikkele. <<https://www.aao.org/newsroom/news-releases/detail/protect-your-eyes-from-too-much-screen-time>>. Viitattu 2.2.2021.

Ashiwini, Patil & Bhavya & Suprakash, Chaudhury & Smiti, Srivastava 2019. Eyeing computer vision syndrome: Awareness, knowledge and its impact on sleep quality among medical students. *Industrial Psychiatry Journal* 28 (1). 68–74. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6929228/>> Viitattu 2.2.2021.

Baillet, Gilles & Granger, Bérangère 2016. How Transitions lenses filter harmful blue light. *Points De Vue. International Review of Ophthalmic Optics*. <<https://www.pointsdevue.com/article/how-transitionsr-lenses-filter-harmful-blue-light>>. Viitattu 7.12.2020.

Bansal, Nishant & Prakash, Neelam Rup & Randhawa, Jagjit Singh & Kalra, Parveen 2017. Effects of Blue Light on Cognitive Performance. *International Research Journal of Engineering and Technology* 04 (06). 2434–2442. <<https://www.irjet.net/archives/V4/i6/IRJET-V4I6475.pdf>>. Viitattu 2.2.2021.

Berg, Jeremy M. & Tymoczko, John L. & Stryer, Lubert 2002. Photoreceptor Molecules in the Eye Detect Visible Light. National Center for Biotechnology Information. Teoksessa Berg, Jeremy M., Tymoczko, John L. & Stryer, Lubert (toim.). *Biochemistry*. 5. painos. Saatavana osoitteessa: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK22541/>>. Viitattu 20.10.2020.

Brooks, Clifford W. & Borish, Irvin M. 2007. *System for Ophthalmic Dispensing*. 3. painos. Missouri: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Bues, Matthias & Pross, Achim & Stefani, Oliver & Frey, Silvia & Andlers, Doreen & Späti, Jakob & Wirz-Justice, Anna & Mager, Ralph & Cajochen, Christian 2012. LED-backlit computer screens influence our biological clock and keep us more awake. *Journal of the Society for Information Display* 20(5) 1-7. <[https://www.researchgate.net/publication/264357343\\_LED-backlit\\_computer\\_screens\\_influence\\_our\\_biological\\_clock\\_and\\_keep\\_us\\_more\\_aware](https://www.researchgate.net/publication/264357343_LED-backlit_computer_screens_influence_our_biological_clock_and_keep_us_more_aware)>. Viitattu 20.2.2021

Carr, Brittany J. & Stell, William K. 2017. The Science Behind Myopia. Teoksessa Kolb, Helga, Nelson, Ralph, Fernandez, Eduardo & Jones, Bryan. (toim.). *Webvision: The Organization of the Retina and Visual System* [Internet]. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470669/>>. Viitattu 3.12.2020.

Coles-Brennan, Chantal & Sulley, Anna & Young, Graeme 2018. Management of digital eye strain. *Clinical and Experimental Optometry* 102(1) 18–29. <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cxo.12798>> Viitattu 2.2.2021.

- David, Aurélien & Whitehead, Lorne A. 2018. LED-based white light. *Comptes Rendus Physique* 19(3) 169-181. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S163107051830029X>>. Viitattu 20.2.21
- Downie, Laura E. & Keller, Peter R. & Busija, Ljoudmila & Lawrenson, John G. & Hull, Christopher C. 2019. Blue-light filtering spectacle lenses for visual performance, sleep, and macular health in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2019 (1). CD013244. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6353079/>>. Viitattu 6.12.2020.
- Elkington, Andrew R. & Frank, Helena J. & Greaney, Michael J. 1999. *Clinical Optics*. 3. painos. Blackwell Publishing.
- Essilor a. Eye Protect System. Linssit. Essilor.fi. <<https://www.essilor.fi/linssit/eye-protect-system>>. Viitattu 7.12.2020.
- Essilor b. Discover Eye Protect System™ A Revolution in Protection Against Harmful UV and Blue-Violet Light. Myyntiesite. Viitattu 2.2.2021.
- Essilor c. Eye Protect System™. Inside the New Lens Innovation. Videomateriaali. Viitattu 2.2.2021.
- Essilor d. See more. Do more. Hinta- ja tuotekatalogi 2020/21. Esite. Viitattu 13.3.2021.
- Gringras, Paul & Middleton, Benita & Skene, Debra J. & Revell, Victoria L. 2015. Bigger, Brighter, Bluer-Better? Current Light-Emitting Devices – Adverse Sleep Properties and Preventative Strategies. *Front Public Health* 3 (2015): 233. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4602096/>> Viitattu 2.2.2021.
- Hasan, Tayyaba & Ortel, Bernhard & Moor, Anne C.E. & Pogue, Brian W 2003. Basics of Light and PDT-Related Photochemistry. Teoksessa Kufe, Donald W. & Pollock, Raphael E. & Weichselbaum, Ralph R. & Bast, Robert C. & Gansler, Ted S. & Holland, James F. & Frei, Emil (toim.). *Holland-Frei Cancer Medicine*. Hanley & Belfus Inc. Luku 40. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK13431/>>. Viitattu 18.2.2021.
- Hazanchuk, Vered 2019. Should You Use Night Mode to Reduce Blue Light? *American Academy of Ophthalmology*. <<https://www.aao.org/eye-health/tips-prevention/should-you-use-night-mode-to-reduce-blue-light>>. Viitattu 2.2.2021.
- Hecht, Eugene 1998. *Optics*. 3. painos. Yhdysvallat: Addison-Wesley.
- Heiting, Gary 2020. Blue light facts: How blue light affects your eyes? *All About Vision*. Päivitetty 8/2020. <<https://www.allaboutvision.com/cvs/blue-light.htm>>. Viitattu 2.2.2021.
- Hietanen, Maila & Visuri, Reijo & Nyberg Heidi 2009. Muu optinen säteily. Teoksessa Pastila, Riikka (toim.). *Ultravioletti- ja lasersäteily*. Helsinki. Säteily- ja ydinturvallisuuskeskus. 263–277.

Huutoniemi, Anne & Partainen, Markku 2015. Unen aika. Helsinki: Auditorium Kustannusosakeyhtiö.

Jokela, Kari & Ylianttila, Lasse & Visuri, Reijo & Hietanen, Maila 2009. Laserturvallisuus. Teoksessa Pastila, Riikka (toim.). Ultravioletti- ja lasersäteily. Helsinki. Säteily- ja ydinturvallisuuskeskus. 75–113.

Jokela, Kari 2006. Ionisoimaton säteily ja sähkömagneettiset kentät. Teoksessa Nyberg, Heidi & Jokela, Kari (toim.). Sähkömagneettiset kentät. Säteily- ja ydinturvallisuus. Helsinki: Säteilyturvakeskus. 11–25.

Juntunen, Eveliina 2014. From LED die to a lighting system. VVT Science. Kuopio. Grano Oy.

Kerola, Riitu & Raiski, Marika 2015. Sinisen valon vaikutukset silmään. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Opinnäytetyö. Oulu: Oulun Ammattikorkeakoulu. Optometrian tutkinto-ohjelma. <[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/99301/kerola\\_riitu\\_raiski\\_marika.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/99301/kerola_riitu_raiski_marika.pdf?sequence=1)>. Viitattu 18.2.2021.

Khanna, Vinod Kumar 2014. Fundamentals of Solid-State Lighting: LEDs, OLEDs, and Their Applications in Illumination and Displays. Florida: Taylor and Francis Group.

Laihia, Jarmo & Pastila, Riikka & Koulou, Leena & Auvinen, Anssi & Hasan, Taina & Snellman, Erna & Kojo, Katja & Jokela, Kari 2009. UV-säteilyn biologisia ja terveydellisiä vaikutuksia. Teoksessa Pastila, Riikka (toim.). Ionisoimaton säteily – Ultravioletti- ja lasersäteily. E-kirja. Helsinki: Säteily- ja ydinturvallisuuskeskus. 143–202.

Lang, Sakari & Jokela, Kari 2006. Biofysikaaliset vaikutuksen. Teoksessa Nyberg, Heidi & Jokela, Kari (toim.). Sähkömagneettiset kentät. Säteily- ja ydinturvallisuus. Helsinki: Säteilyturvakeskus. 117–188.

Leid, Jean 2016. Blue Light: What are the risks to our eyes? Points De Vue. International Review of Ophthalmic Optics. <<https://www.pointsdevue.com/article/blue-light-what-are-risks-our-eyes?lang=en>>. Viitattu 3.12.2020.

Leung, Tsz Wing & Wing-hong Li & Roger & Kee, Chea-su 2017. Blue-Light Filtering Spectacle Lenses: Optical and Clinical Performances. Plos one 12 (1). e0169114. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5207664/>>. Viitattu 6.12.2020.

Malmelöv, Jesper 2019. Näetkö syytä monipuoliselle ruokavaliolle? Kuvaileva kirjallisuuskatsaus ravintoaineiden vaikutuksesta silmään. Opinnäytetyö. Helsinki: Metropolia Ammattikorkeakoulu. Optometrian tutkinto-ohjelma. <[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/259548/Malmel%c3%b6v\\_Jesper.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/259548/Malmel%c3%b6v_Jesper.pdf?sequence=2&isAllowed=y)>. Viitattu 10.3.2021.

Meslin, Dominique 2010. Materials and Treatments. Ophthalmic Optics Files. Essilor Academy Europe. <<http://www.essiloracademy.eu/sites/default/files/publications/Materials-and-Treatments-English/index.html#p=1>>. Viitattu 3.12.2020.

Nair, Govind B., & Dhoble, Sanjay J. 2020. The Fundamentals and Applications of Light-Emitting Diodes: The Revolution in the Lighting Industry. Woodhead Publishing.

Neelam, Kumari & Kha-Guan Au Eong & Zhou Sandy Wenting 2014. The role of blue light in the pathogenesis of Age-related Macula Degeneration. Points De Vue. International Review of Ophthalmic Optics. <[https://www.pointsdevue.com/article/role-blue-light-pathogenesis-age-related-macular-degeneration?utm\\_content=buffer5381&utm\\_medium=social&utm\\_source=plus.google.com&utm\\_campaign=buffer#tab2](https://www.pointsdevue.com/article/role-blue-light-pathogenesis-age-related-macular-degeneration?utm_content=buffer5381&utm_medium=social&utm_source=plus.google.com&utm_campaign=buffer#tab2)>. Viitattu 7.12.2020.

Nienstedt, Walter & Hänninen, Osmo & Arstila, Antti & Björkqvist, Stig-Eyrik 2016. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 18.–20. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Partinen, Markku & Huovinen, Maarit 2011. Unikoulu aikuisille. Opi selättämään unettomuus. Helsinki: Werner Söderström osakeyhtiö.

Pastila, Riikka & Jokela, Kari & Salomaa, Sisko & Ikäheimonen T.K. & Pöllänen, Roy & Weltner, Anne & Pukkila, Olavi & Paile, Wendla & Sandberg, Jorma & Nyberg, Heidi & Marttila, Olli J. & Lehtinen, Jarmo & Karvinen, Hilikka 2009. Esipuhe. Teoksessa Pastila, Riikka (toim.). Ultravioletti- ja lasersäteily. E-kirja. Helsinki: Säteily- ja ydinturvallisuuskeskus. 5–18.

Pastila, Riikka & Nyberg, Heidi & Jokela, Kari 2009. Johdatus optiseen säteilyyn. Teoksessa Pastila, Riikka (toim.). Ionisoimaton säteily – Ultravioletti- ja lasersäteily. E-kirja. Helsinki: Säteily- ja ydinturvallisuuskeskus. 11–18.

Pihl, Susan & Aronen, Anna-Mari 2020: Unentaidot. Löydä uni ilman lääkkeitä. 5. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Qing, Liu & Stenbæk Schmidt, Michael & Thienpont, Hugo & Ottevaere, Heidi 2020. A Tunable Freeform-Segmented Reflector in a Microfluidic System for Conventional and Surface-Enhanced Raman Spectroscopy. Sensors 20 (5): 1–15. <<https://www.mdpi.com/1424-8220/20/5/1250/html>>. Viitattu 17.2.2021.

Rihlama, Seppo 1997. Värioppi. 6. painos. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Saari, K. Matti & Aarnisalo, Eero 2011. Peruskäsitteitä valo-opista ja valon merkityksestä näkötahtumassa. Teoksessa Saari, K. Matti (toim.). Silmätautioppi. 6. uudistettu painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy. 37–47.

Seppänen, Matti 2018. Silmät ja tietokone. Lääkärikirja Duodecim. <[https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00974#s5](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00974#s5)>. Viitattu 28.1.2021.

Sharma, Pramod & Khan, M.Z. & Choubey, A.K. 2019. LED Revolution: Deep UV LED. International Research Journal of Engineering and Technology 6(5) 6486-6290. <[https://www.academia.edu/40081359/IRJET\\_LED\\_Revolution\\_Deep\\_UV\\_LED](https://www.academia.edu/40081359/IRJET_LED_Revolution_Deep_UV_LED)>. Viitattu 20.2.2021

Sheppard, Amy L. & Wolffsohn, James S. 2018. Digital eye strain: prevalence, measurement and amelioration. *BMJ Open Ophthalmology* 3 (1): e000146. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6020759/>>. Viitattu 28.1.2021.

Sliney, David H. 2002. How Light Reaches the Eye and Its Components. *International Journal of Toxicology* 21(6) 501–509. <[https://journals.sagepub.com/doi/10.1080/10915810290169927?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori:rid:crossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%20%20pubmed](https://journals.sagepub.com/doi/10.1080/10915810290169927?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed)>. Viitattu 19.2.2021.

Smith, Andrew K. & Conger, Jordan R. & Hedayati, Bobak & Kim, Jeff J. & Amoozadeh, Sahar & Mehta, Mitul 2020. The Effect of a Screen Protector on Blue Light Intensity Emitted from Different Hand-held Devices. *Middle East African Journal of Ophthalmology* 27 (3). 177-181. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7813134/>>. Viitattu 28.1.2021.

Talens-Estrelles, Cristian & García-Marqués, José Vicente & Cervino, Alejandro & García-Lázaro Santiago 2020. Use of digital displays and ocular surface alterations: A review. *The Ocular Surface* 19 (2021) 252-265. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1542012420301518?via%3Dihub>> Viitattu 2.2.2021.

Ticleanu, Cosmin & Littlefair, Paul 2015. A summary of LED lighting impacts on health. *International Journal of Sustainable Lighting* 1(2015) 3–4. <[https://www.researchgate.net/publication/296621681\\_A\\_summary\\_of\\_LED\\_lighting\\_impacts\\_on\\_health](https://www.researchgate.net/publication/296621681_A_summary_of_LED_lighting_impacts_on_health)>. Viitattu 19.2.2021.

Vilkka, Hanna & Airaksinen, Tiina 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

White, Trevor 2008. Tinted lenses. Teoksessa Jalie, Mo (toim.). *Ophthalmic Lenses and dispensing*. 3. painos. Elsevier Butterworth-Heinemann. 97–110.

Ylianttila, Lasse & Jokela, Kari 2009. Radiometria. Teoksessa Pastila, Riikka (toim.). *Ionisoimaton säteily – Ultravioletti- ja lasersäteily*. E-kirja. Helsinki: Säteily- ja ydinturvallisuuskeskus. 19–74.

Zhao, Zhi-Chun & Zhou, Ying & Tan, Ganf & Li, Juan 2018. Research progress about the effect and prevention of blue light on eyes. *International Journal of Ophthalmology* 11(12): 1999–2003. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6288536/>>. Viitattu 8.11.2020.

## Pilotoinnin kyselylomake

### Opas sinistä valoa vastaan – Miten ehkäistä haittavaikutuksia?

Hei!

Tämä kysely on osa Metropolia Ammattikorkeakoulun optometrian opinnäytetyötä. Teemme opinnäytetyönämme oppaan sinisestä valosta ja sen aiheuttamien haittavaikutuksien estämisestä eri keinoin. Oppaan tavoitteena on lisätä optikoiden, optometristien ja optisten myyjien tietotaitoa aihealueesta ja toimia näin myynnin tukena. Kyselyn tarkoituksena on selvittää oppaan hyödyllisyyttä ja käytettävyyttä.

Opinnäytetyön yhteistyökumppanina toimii Essilor Oy. Työtä ohjaavat lehtorit Saija Flinkkilä ja Kajsa Sten.

Kyselyyn vastaaminen tapahtuu anonyymisti ja se vie aikaa noin 5 minuuttia. Kyselylomakkeiden vastaukset hävitetään opinnäytetyön valmistuttua. Pehdythän oppaaseen ennen kyselyyn vastaamista.

Annika Aarnio ja Riikka Petäjä

#### Perustiedot

Sukupuoli

\* Valitse yksi

- Nainen  
 Mies  
 Muu  
 En halua kertoa

Työnkuva

\* Valitse yksi

- Optikko/Optometrismi  
 Optinen myyjä  
 Opiskelija  
 Muu,

Mikä?

Kuinka monta vuotta olet työskennellyt optisella alalla? \*

Myytkö työssäsi Essilorin linsejä?

\* Valitse yksi

- Kyllä  
 Ei

Jos vastasit edelliseen kysymykseen kyllä, vastaa myös kahteen seuraavaan kysymykseen. Muussa tapauksessa voit siirtyä kyselyssä eteenpäin.

Koetko saaneesi Eye Protect System -linssiteknologiasta tarpeeksi perehdytystä?

Valitse yksi

- Kyllä  
 Ei  
 Osittain  
 En osaa sanoa

Onko Essilorin koulutusmateriaalit Eye Protect System -linssiteknologiasta mielestäsi helposti saatavilla?

Valitse yksi

- Kyllä  
 Ei  
 Osittain  
 En osaa sanoa

**Opas**

Oppaan asiasisältö	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	Osittain eri mieltä	Täysin eri mieltä
* Oppaan teksti on ymmärrettävää	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Opas on hyödyllinen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Opas on kattava	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Opas vastaa odotuksiani	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Oppaassa on minulle uutta tietoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Oppaan rakenne	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	Osittain eri mieltä	Täysin eri mieltä
* Opas etenee johdonmukaisesti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Aiheita on käsitelty tarpeeksi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Opas on helppolukuinen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Oppaan ulkoasu	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	Osittain eri mieltä	Täysin eri mieltä
* Oppaan värimaailma on miellyttävä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Oppaan ulkoasu on selkeä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Kuvat edesauttavat tekstin ymmärtämisessä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kehitysehdotuksia oppaan asiasisältöön, rakenteeseen tai ulkoasuun liittyen?

### Oppaan tiedon laatu

Pohjustivatko osuudet sähkömagneettisesta säteilystä ja näkyvästä valosta riittävästi oppaan muita osioita?

- \* Valitse yksi
- Kyllä  
 Ei  
 Osittain

Sain riittävästi tietoa...

	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	Osittain eri mieltä	Täysin eri mieltä
* Sinisestä valosta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Sinisen valon haittavaikutuksista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Haittavaikutusten ennaltaehkäisemisestä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Sinisen valon suodattuksesta silmälasilinsseillä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Oppaan luettuani ymmärrän Eye Protect System -linssteknologian...

	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	Täysin eri mieltä	Osittain eri mieltä
* Toimintaperiaatteen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Edut verrattuna sinivaloa suodattaviin pinnoitteisiin	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Jäitkö kaipaamaan lisätietoa sinisestä valosta tai sen suodattamisesta silmälasilinsseillä?

### Lopuksi

Vapaa sana. Mitä hyvää oppaassa on? Mitä kehitettävää?

Suositteaisin opasta kollegalleni



# SINISELTÄ VALOLTA SUOJAAN

- MIKSI JA MITEN EHKÄISTÄ HAITTAVAIKUTUKSIA?

Siniseltä valolta suojaan - Miksi ja miten ehkäistä  
haittavaikutuksia? -opas on osa opinnäytetyötä;

Siniseltä valolta suojaan – opas sinisen valon  
haitallisuuden taustatekijöistä ja siltä suojautumisen  
tarpeellisuudesta eri keinoin.

Annika Aarnio, Riikka Petäjä  
2021



# Sisällysluettelo

---

- 04 Esipuhe
- 05 Sähkömagneettinen säteily
- 06 Näkyvä valo
- 07 Sinisen valon lähteet
- 08 Lyhytaaltoisen säteilyn vaikutukset ihmiseen
- 11 Haittavaikutusten ennaltaehkäiseminen
- 13 Sinisen valon suodatus silmälasilinsseillä
- 19 Lähteet

# Esipuhe

---

Tämä opas on suunnattu optikoille, optometristeille, optisille myyjille ja alan opiskelijoille. Oppaan tavoitteena on lisätä ja vahvistaa myymälähenkilökunnan ymmärrystä sinisestä valosta, sen haittavaikutuksista sekä niiden ennaltaehkäisemisestä niin silmälasilinsseillä kuin muilla keinoin.

Opas on osa Metropolia Ammattikorkeakoulussa toteutettua opinnäytetyötä ”Siniseltä valolta suojaan – opas sinisen valon haitallisuuden taustatekijöistä ja siltä suojautumisen tarpeellisuudesta eri keinoin”. Sen sisältö pohjautuu työn teoriaosuuteen. Opinnäytetyön yhteistyökumppanina toimii Essilor Oy.

Oppaassa käytetyt kuvat ovat joko itse tehtyjä tai Flaticon-sivuston vapaassa käytössä olevia kuvakkeita. Lähteet näkyvät oppaan lopussa.

Opettavaisia lukuhetkiä!

**Annika Aarnio ja Riikka Petäjä**



Metropolia



SEE MORE.  
DO MORE.



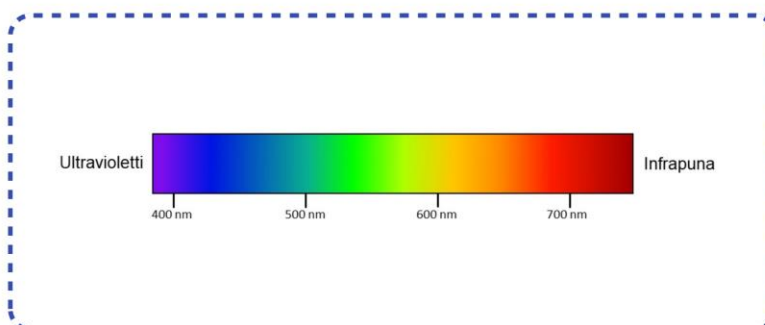
## Sähkömagneettinen säteily

---

Valo on sähkömagneettista säteilyä, jolla on samanaikaisesti aalto- ja hiukkasluonne. Tämä tarkoittaa, että valonsäde muodostuu hiukkasista sekä niiden aiheuttamista muutoksista sähkö- ja magneettikentässä. Hiukkasia kutsutaan myös fotoneiksi. Muutokset sähkö- ja magneettikentässä ovat aaltomaisia ja aaltojen pituus määrittää fotonin energiatason. Mitä lyhyempi aallonpituus, sitä suurempi on sen energiataso ja päinvastoin, mitä pidempi aallonpituus, sen vähäenergisempää se on.

## Näkyvä valo

Näkyvän valon aallonpituusalue vastaa sitä ainoaa osaa sähkömagneettisesta säteilystä, jonka verkkokalvon sauva- ja tappisolut voivat aistia. Se ulottuu noin 380 nanometristä 780 nanometriin (nm). Tämän aallonpituusalueen ihmissilmä aistii eri värisävyinä. Näkyvän valon lisäksi optiseen säteilyyn ajatellaan kuuluvan ultravioletti- ja infrapunasäteily. Ultravioletti-säteily on näkyvää valoa lyhytaaltoisempaa ja suurenergisempää säteilyä, kun taas infrapunasäteily on sitä pidempiaaltoisempaa ja matalaenergisempää säteilyä.



## Sinisen valon lähteet

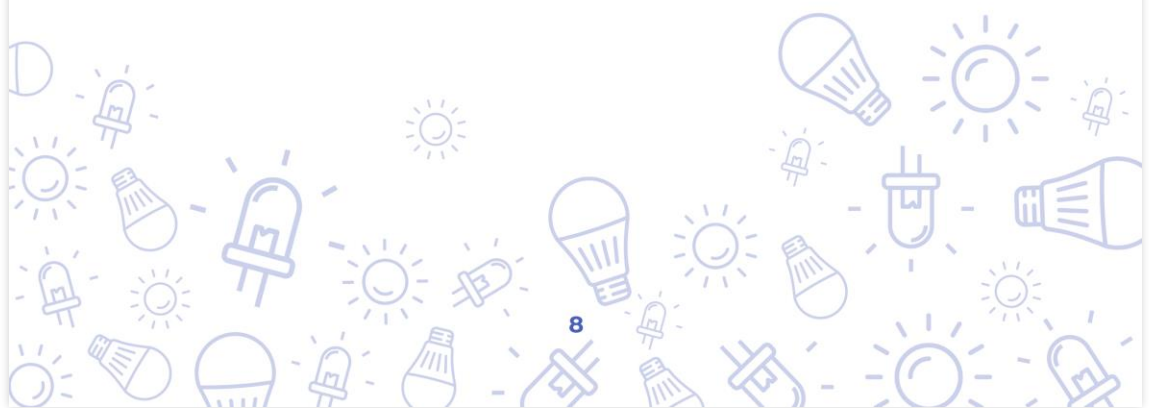
Auringon säteily on valkoista valoa, joka kattaa kaikki näkyvän valon aallonpituudet. Suurimpana luonnollisena sinisen valon lähteenä onkin aurinko. Erityisesti keskipäivän valo sisältää eniten sinistä valoa, sillä tällöin auringon ollessa korkeimmillaan valon kulkema matka ilmakehässä on lyhyin. Näin suurin osa näkyvän valon aallonpituuksista pääsee kulkeutumaan ilmakehän läpi ja taivas näyttää sinisenä, sillä lyhyempi aallonpituus siroaa pitempiä aallonpituuksia enemmän osuessaan ilmakehässä ja ilmassa oleviin hiukkasiin. Iltaisin ja aamuisin auringon ollessa lähellä horisonttia on valon kulkema matka taas pisimmillään. Suurin osa sinisestä valosta siroaa pois alkuperäisestä suunnastaan ja taivas näyttää punertavana.

Keinotekoisesti sinistä valoa säteilee erilaisista lampuista ja digitaalisista laitteista. Näyttöjen kirkkauden aikaansaamiseksi näyttöteknologioissa hyödynnetään pitkälti kylmänsävyisiä lyhytaaltoisia LED-valoja. Vaikka silmiin pääsee digitaalisista laitteista määrällisesti vähemmän sinistä valoa kuin auringon valosta, altistaa digitaalisten laitteiden lisääntynyt käyttöaika sekä lyhyt katseluetäisyys sinisen valon aiheuttamille haittavaikutuksille yhä useammin[1].



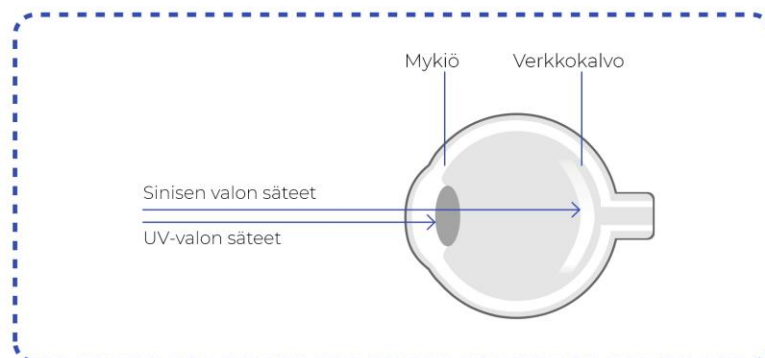
# Lyhytaaltoisen säteilyn vaikutukset ihmiseen

Valon aikaansaamat vauriot silmässä voivat olla liiallisen lämmön tai fotokemiallisten muutosten aiheuttamia. Tehokkaiden ja kirkkaiden lyhytaaltoisten valonheittimien, hitsaustöiden ja UV-säteilyn lämpö aiheuttaa verkkokalvon pigmenttiepiteelin solujen lämpötilan nousun. Tämä johtaa soluproteiinien denaturoitumiseen ja lopulta niiden tuhoutumiseen. Fotokemiallisia vaurioita tapahtuu valon absorboituessa verkkokalvon fotoreseptoreihin ja pigmenttiepiteelikerrokseen. Lyhytaaltoisen säteilyn fotonien suuri energia nostaa molekyylien energiatason kemiallisesti aktiiviselle tasolle, joka saa aikaan kudoksessa kemiallisen reaktion [2,3]. Nämä fotokemialliset muutokset voivat aiheuttaa solun kuoleman tai pysyvän vaurion verkkokalvolla.



Sininen valo on näkyvän valon aallonpituuksista lyhyintä ja suurienergistä. Se voidaan jakaa kahteen osaan, siniviolettiin (noin 415–455 nm) ja siniturkoon (noin 465–495 nm) valoon. Sinivioletti valo on ihmiselle erityisen haitallista. Kulkeutuessaan verkkokalvolle siniturkoon valon fotonien energia aiheuttaa silmänpohjan verkkokalvoon vaurioita, jotka nostavat riskiä sairastua makuladegeneraatioon eli silmänpohjarappeumaan [4,5]. Siniturkoon valon fotonien energia ei riitä aiheuttamaan muutoksia verkkokalvolle, jonka vuoksi sitä kutsutaan useissa lähteissä hyödylliseksi osaksi sinisen valon aallonpituusalueesta. Sinivioletin valon haittavaikutuksista huolimatta on koko sinisen valon aallonpituusalueella tärkeä rooli vuorokausirytmien säätelyssä ja näkökyvyn lisäämisessä, muistin ja kognitiivisten toimintojen parantamisessa sekä mielialan kohottamisessa.

Sinistä valoa lyhytaaltoisempi ja suurienergisempi ultraviolettisäteily suodattuu pitkälti silmän etuosan rakenteissa, mutta sille altistuminen on riski kaihen kehittymiselle mykiön ollessa herkkä lämpötilan nousulle. Pieni osa UV-A-säteilystä pääsee aina verkkokalvolle asti, jolloin ajan saatossa tämä voi aiheuttaa verkkokalvon solujen vaurioitumista ja johtaa pahimmillaan niiden rappeutumiseen.



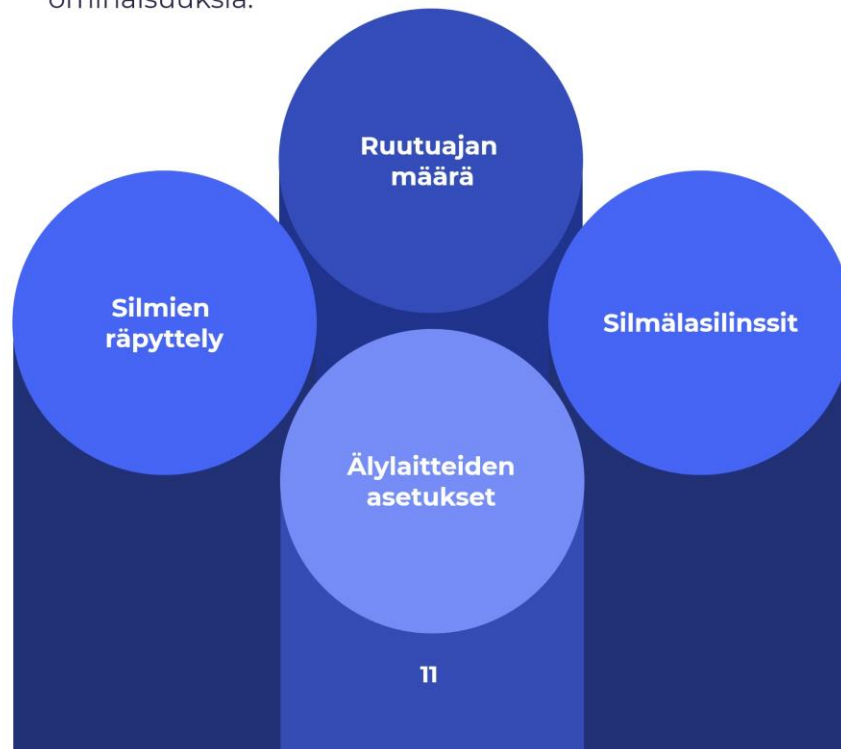
Sinisen valon haittavaikutukset eivät rajoitu ainoastaan verkkokalvoon. Sirotessaan silmän optisissa väliaineissa, aiheuttaa sininen valo eniten häikäisyä silmässä. Lisäksi siroaminen saa aikaan kuvan epätarkkuutta, jolloin silmät joutuvat tekemään enemmän töitä pitääkseen kuvan terävänä. Näin silmät rasittuvat ja väsyvät helpommin. Sininen valo voi aiheuttaa myös kuivasilmäisyyttä vaurioittaessaan sarveiskalvon eri solukerroksia heikentäen kyynelnestetasapainoa. Lähityöskentelyssä silmien räpytystiheys harvenee, jolloin kyynelnesteen määrä silmän pinnalla vähenee. Tämä voi entisestään pahentaa kuivasilmäisyyden oireita ja silmien väsymistä sekä ärtymistä.

Pimeän tullessa melatoniinin eli yöhormonin lisääntyminen kehossa lisää väsymyksen tunnetta, auttaa nukahtamisessa ja säätelee unta. Älylaitteiden käyttö ilta-aikaan voi aiheuttaa nukahtamisvaikeuksia ja unettomuutta, sillä niistä tuleva sininen valo muistuttaa päivänvaloa. Näin melatoniinin tuotanto häiriintyy ja vähenee, eikä keho ymmärrä olevan ilta.



# Haittavaikutusten ennaltaehkäisyminen

Digitaalisilla laitteilla työskentelyä tulee tauottaa 15–30 minuutin välein lepuuttamalla silmiä kaukokatselussa. Asiakkaalle voi kertoa myös niin kutsutusta 20–20–20-säännöstä. Sen mukaisesti lähityöskentelystä tulisi pitää 20 minuutin välein tauko, jolloin katsotaan 20 jalan eli 6 metrin päähän 20 sekunnin ajan [6]. Yleistikin ruutuajan määrää tulisi mahdollisuuksien mukaan pyrkiä vähentämään. Digitaalisten laitteiden näyttöasetuksista voidaan vähentää niiden säteilemää sinisen valon määrää muuttamalla näytön värimaailmaa lämpimämmäksi. Myös silmälasilinsseihin on kehitelty erilaisia sinistä valoa suodattavia ominaisuuksia.



## Sinisen valon suodatus silmälasilinsseillä

---

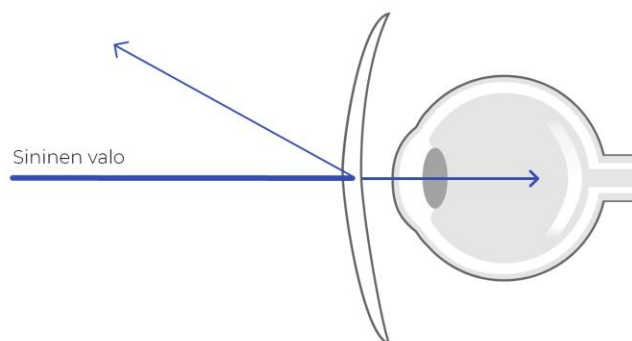
Haittavaikutusten määrää voidaan minimoida suodattamalla valoa silmälasilinsseillä. Tämä saadaan aikaan joko absorptiolla linssimateriaalissa tai hyödyntämällä linssin pinnan heijastavuutta.

Absorptio toteutetaan yleisemmin integroimalla linssimateriaaliin tiettyä aallonpituutta absorboivia molekyylejä tai lisäämällä väriaine linssin pintaan. Absorptiossa hyödynnetään värien kykyä absorboida vastaväriään, jolloin esimerkiksi juuri keltaiseksi värjätty linssi absorboi sinistä. Toisaalta, koska fysiikan lakien mukaan tiettyä väriä absorboiva materiaali näyttäyty sen vastavärinä, on sinistä valoa suodattavassa kirkkaassa linssissä nähtävissä keltainen jäännösväri.

Toinen yleinen tapa suodattaa linssin läpi kulkeutuvaa tai heijastuvaa valoa ovat erilaiset pinnoitteet. Niillä voidaan vähentää valon heijastumista linssin pinnalta aikaansaaden vaikutelman kirkkaammasta linssistä. Tästä esimerkkinä on heijastuksenestopinnoite, joka vähentää linssin pinnasta heijastuvan valon määrää lisäten silmään tulevaa valoa. Toinen tapa suodattaa valoa pinnoitteilla on estää niiden avulla tietyn aallonpituuden kulkeutuminen linssin läpi silmään. Tämä valon silmään kulkeutumisen estäminen tapahtuu heijastamalla kyseinen aallonpituus kokonaisuudessaan tai osittain pois linssin pinnalta.

## Pinnoite

Yleisimmin silmälasilinssissä sinisen valon suodattaminen tapahtuu pinnoitteella ja hyödyntämällä linssin pinnan heijastavuutta. Sinistä valoa suodattava pinnoite saa aikaan sen, että osa sinisestä valosta heijastuu pois kohdatessaan linssin pinnan. Näin silmään asti pääsevän sinisen valon määrä vähenee. Heijastunut valo voidaan nähdä linssin pinnalla siniviolettina jäännösheijasteena ja linssin keltaisena jäännösvärinä. Keltaisuuden aste riippuu siitä, kuinka suuri osa sinisestä valosta heijastuu. Jäännösvärin vaikutuksesta linssin läpi katsellessa värimaailma muuttuu hieman lämpimän kellertäväksi.



## Eye Protect System™ -linssiteknologia

Pinnoitteiden lisäksi sinistä valoa voidaan suodattaa linssiteknologioilla. Linssivalmistaja Essilor on kehitellyt tavan suodattaa haitallista sinistä valoa poistaakseen pinnoitteen aiheuttaman jäännösheijasteen ja -värin. Heidän Eye Protect System™ on linssiin sisäänrakennettu siniviolettiä valoa suodattava teknologia. Linssi sisältää haitallista siniviolettiä aallonpituutta absorboivia molekyylejä, jotka saavat osan sinivioletista valosta hajoamaan energiaksi päästäten linssin läpi hyödyllisen sini-turkoosin valon. Esteettisesti kirkkaan linssin aikaansaamiseksi linssissä on spesifioituja vastaväriä absorboivia molekyylejä, jotka neutralisoivat keltaisen jäännösvärin. Tämän seurauksena sinivioletin valon suodatus ei juuri vaikuta myöskään värien havaitsemiskykyyn. Sinivioletin valon lisäksi Eye Protect System™ -teknologia absorboi UV-A- ja UV-B-säteitä suojaten silmiä UV-säteilyn haittavaikutuksilta. Eye Protect System™ -linssiteknologialla varustettu linssi suojaa kolme kertaa enemmän siniviolettilta valolta verrattuna peruspinnoteilla varustettuun linssiin. Essilor suosittelee Eye Protect System™:iä yhdessä Crizal® Sapphire+-pinnoitteen kanssa parhaan mahdollisen suojan ja kirkkauden saavuttamiseksi.

## Eye Protect System™ -linssiteknologian hyödyt

Haitallisen  
sinivioletin  
valon suodatus

Esteettisesti kirkas  
& hyvä värien  
havaitsemiskyky

Ei keltaista  
jäännösväriä

Ei sinistä  
jäännös-  
heijastetta

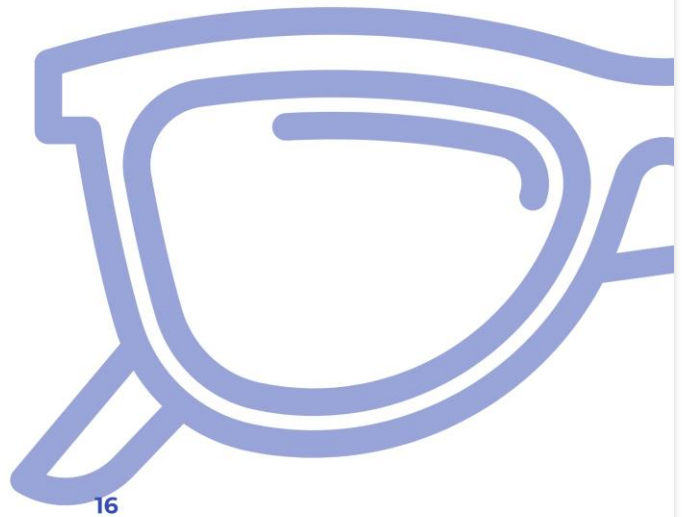
Maksimaalinen  
UVA & UVB  
-suoja\*

Yhdisteltävissä  
muihin ominai-  
suuksiin

\*Yhdistettynä Crizal-pinnoitteeseen

## Tiesitkö..

Yhdistämällä sinisen valon suodatuksen tummuvaan linssiin, voit varmistaa siniseltä valolta suojautumisen niin sisällä kuin ulkona. Ulkona linssin hyödyt ovat parhaimmillaan, sillä sinisen valon suodatus on kaikkein tehokkainta linssin tummuessa ultraviolettisäteilystä. Tummut linssit suojaavat silmiä myös haitalliselta UV-säteilyltä. Osa tummuvista linseistä reagoi sekä UV-säteilyyn että näkyvään valoon, minkä johdosta sinisen valon suodatus on muita linssejä tehokkaampaa niin sisällä kuin ulkona.



## Miten perustella asiakkaalle?

### Haitallisen valon lähteet

"On hyvä huomioida, että haitallista sinistä valoa ei tule vain digitaalisista laitteista. Auringon valo on jopa suurempi sinisen valon lähde verrattuna digitaalisiin laitteisiin. Lisäksi ulkona on tärkeä suojautua UV-säteilyltä."

### Haittavaikutusten ennaltaehkäisy

"Juuri sinivioletti valo aiheuttaa verkkokalvon vaurioita, joka nostaa riskiä sairastua silmnpohjarappeumaan. UV-säteily taas edistää kaihin kehittymistä."

Sininen valo aiheuttaa myös:

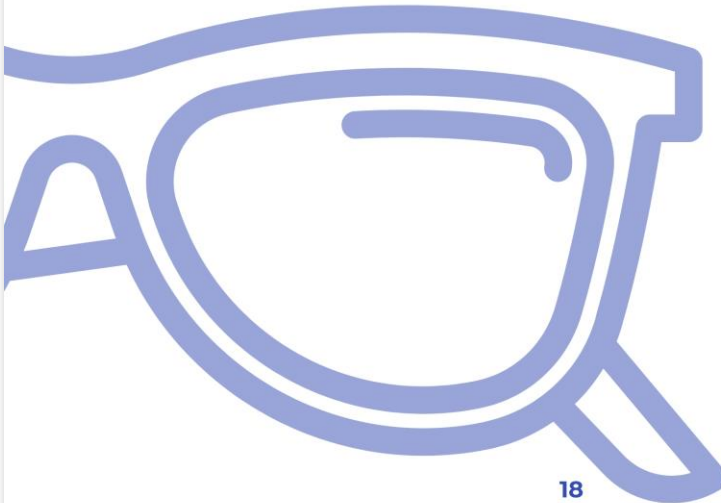
- kuivasilmäisyyttä
- häikäistymistä ja epätarkkuutta
- sekoittaa vuorokausirytmää

### Suojautumisen helppous

"Suosittelen linssiä, jossa on mukana suoja haitallista valoa vastaan."

### Eye Protect System™ -linssiteknologia

"Toisin kuin pinnoitteessa, linssissä ei ole sinistä jäännösheijastetta tai keltaista jäännösväriä, jolloin se ei vaikuta myöskään värien näkemiseen."



# Lähteet

1. Leid, Jean 2016. Blue Light: What are the risks to our eyes? Points De Vue. International Review of Ophthalmic Optics. <<https://www.pointsdevue.com/article/blue-light-what-are-risks-our-eyes?lang=en>>. Viitattu 3.12.2020.
  2. Hietanen, Maila & Visuri, Reijo & Nyberg Heidi 2009. Muu optinen säteily. Teoksessa Pastila, Riikka (toim.). Ultravioletti- ja lasersäteily. Helsinki. Säteily- ja ydinturvallisuuskeskus. 263–277.
  3. Jokela, Kari & Ylianttila, Lasse & Visuri, Reijo & Hietanen, Maila 2009. Laserturvallisuus. Teoksessa Pastila, Riikka (toim.). Ultravioletti- ja lasersäteily. Helsinki. Säteily- ja ydin-turvallisuuskeskus. 75–113.
  4. Alaimo, Agustina & Liñares, Guadalupe García & Bujjamer, Juan Marco & Gorojod, Roxana Mayra & Alcon, Soledad Porte & Martínez, Jimena HEbe & Baldessari, Alicia & Grecco, Hermán Edgardo & Kotler, Monica Lidia 2019. Toxicity of blue led light and A2E is associated to mitochondrial dynamics impairment in ARPE-19 cells: implications of age-related macula degeneration. Archives of Toxicology 93 (2019) 1401-1415. <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30778631/>> Viitattu 17.2.2021
  5. Jaadane, Imene & Boulenguez, Pierre & Chahory, Sabine & Carré, Samuel & Savoldelli, Michéle & Jonet, Laurent & Behar-Cohen, Francine & Martinsons, Christophe & Torriglia, Alicia 2015. Retinal damage induced by commercial light emitting diodes (LEDs). Free Radical Biology and Medicine 84 (2015) 373-384. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0891584915001586?via%3Dihub>> Viitattu 17.2.2021
  6. Sheppard, Amy L. & Wolffsohn, James S. 2018. Digital eye strain: prevalence, measurement and amelioration. BMJ Open Ophthalmology 3 (1): e000146. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6020759/>>. Viitattu 28.1.2020.
- Al-Azzawi, 2007. Light and Optics. Principles and Practices. Florida: Taylor and Francis Group.
- All about vision 2020. Why different lens color in sunglasses? <<https://www.allaboutvision.com/sunglasses/color-lenses/>> Viitattu 2.2.2021.
- American Academy of Ophthalmology 2019. Protect Your Eyes From Too Much Screen Time. Artikkel. <<https://www.aao.org/newsroom/news-releases/detail/protect-your-eyes-from-too-much-screen-time>>. Viitattu 2.2.2021.
- Ashiwini Patil & Bhavya & Suprakash Chaudhury & Smiti Srivastava 2019. Eyeing computer vision syndrome: Awareness, knowledge and its impact on sleep quality among medical students. Industrial Psychiatry Journal 28 (1). 68–74. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6929228/>> Viitattu 2.2.2021.
- Baillet, Cilles & Granger, Bérangère 2016. How Transitions lenses filter harmful blue light. Points De Vue. International Review of Ophthalmic Optics. <<https://www.pointsdevue.com/article/how-transitions-lenses-filter-harmful-blue-light>>. Viitattu 7.12.2020.

Bansal, Nishant & Prakash, Neelam Rup & Randhawa, Jagjit Singh & Kalra, Parveen 2017. Effects of Blue Light on Cognitive Performance. International Research Journal of Engineering and Technology 04 (06). 2434–2442. <<https://www.irjet.net/archives/V4/i6/IRJET-V4i6475.pdf>>. Viitattu 2.2.2021.

Berg, Jeremy M. & Tymoczko, John L. & Stryer, Lubert 2002. Photoreceptor Molecules in the Eye Detect Visible Light. National Center for Biotechnology Information. Teoksessa Berg, Jeremy M., Tymoczko, John L. & Stryer, Lubert (toim.). Biochemistry. 5. painos. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK22541/>>. Viitattu 20.10.2020.

Brooks, Clifford W. & Borish, Irvin M. 2007. System for Ophthalmic Dispensing. 3. painos. Missouri: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Coles-Brennan, Chantal & Sulley, Anna & Young, Graeme 2018. Management of digital eye strain. Clinical and Experimental Optometry 102(1) 18-29. <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cxo.12798>> Viitattu 2.2.2021.

Downie, Laura E. & Keller, Peter R. & Busija, Ljoudmila & Lawrenson, John G. & Hull, Christopher C. 2019. Blue-light filtering spectacle lenses for visual performance, sleep, and macular health in adults. Cochrane Database of Systematic Reviews 2019 (1). CD013244. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6353079/>>. Viitattu 6.12.2020.

Elkington, Andrew R. & Frank, Helena J. & Greaney, Michael J. 1999. Clinical Optics. 3. painos. Blackwell Publishing.

Essilor 2020. See more. Do more. Hinta- ja tuotekatalogi 2020/21. Viitattu 2.2.2021.

Essilor. Discover Eye Protect System™ A Revolution in Protection Against Harmful UV and Blue-Violet Light. Myyntiesite. Viitattu 2.2.2021.

Essilor. Eye Protect System. Inside the New Lens Innovation. Videomateriaali. Viitattu 2.2.2021.

Gringras, Paul & Middleton, Benita & Skene, Debra J. & Revell, Victoria L. 2015. Bigger, Brighter, Bluer-Better? Current Light-Emitting Devices – Adverse Sleep Properties and Preventative Strategies. Front Public Health 3 (2015): 233. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4602096/>> Viitattu 2.2.2021.

Hecht, Eugene 1998. Optics. 3. painos. Yhdysvallat: Addison-Wesley.

Heiting, Gary 2020. Blue light facts: How blue light affects your eyes? All About Vision. Päivitetty 8/2020. <<https://www.allaboutvision.com/cvs/blue-light.htm>>. Viitattu 2.2.2021.

Lang, Sakari & Jokela, Kari 2006. Biofysikaaliset vaikutuksen. Teoksessa Nyberg, Heidi & Jokela, Kari (toim.). Sähkömagneettiset kentät. Säteily- ja ydinturvallisuus. Helsinki: Säteilyturvakeskus. 117–188.

Leung, Tsz Wing & Wing-hong Li, Roger & Kee, Chea-su 2017. Blue-Light Filtering Spectacle Lenses: Optical and Clinical Performances. Plos one 12 (1). e0169114. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5207664/>>. Viitattu 6.12.2020.

Meslin, Dominique 2010. Materials and Treatments. Ophthalmic Optics Files. Essilor Academy Europe. <<http://www.essiloracademy.eu/sites/default/files/publications/Materials-and-Treatments-English/index.html#p=1>>. Viitattu 3.12.2020.

Nienstedt, Walter & Hänninen, Osmo & Arstila, Antti & Björkqvist, Stig-Eyrik 2016. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 18.–20. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Pastila, Riikka & Jokela, Kari & Salomaa, Sisko & Ikäheimonen T.K. & Pöllänen, Roy & Weltner, Anne & Pukkila, Olavi & Paile, Wendla & Sandberg, Jorma & Nyberg, Heidi & Marttila, Olli J. & Lehtinen, Jarmo & Karvinen, Hilikka 2009. Esipuhe ja johdatus optiseen säteilyyn. Teoksessa Pastila, Riikka (toim.). Ultravioletti- ja lasersäteily. E-kirja. Helsinki: Säteily- ja ydinturvallisuuskeskus. 5–18.

Rihlama, Seppo 1997. Värioppi. 6. painos. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Ross, J. & Bradley, A 1997. Visual performance and patient preference: a comparison of anti-reflection and uncoated spectacle lenses. Journal of the American Optometric Association 68 (6). 361–366. <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9190135/>>. Viitattu 2.2.2021.

Saari, K. Matti & Aarnisalo, Eero 2011. Peruskäsitteitä valo-opista ja valon merkityksestä näkötapahäiriössä. Teoksessa Saari, K. Matti (toim.). Silmätautioppi. 6. uudistettu painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy. 37–47.

Seppänen, Matti 2018. Silmät ja tietokone. Lääkärikirja Duodecim. <[https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00974#s5](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00974#s5)>. Viitattu 28.1.2021.

Smith, Andrew K. & Conger, Jordan R. & Hedayati, Bobak & Kim, Jeff J. & Amoozadeh, Sahar & Mehta, Mitul 2020. The Effect of a Screen Protector on Blue Light Intensity Emitted from Different Hand-held Devices. Middle East African Journal of Ophthalmology 27 (3). 177–181. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7813134/>>. Viitattu 28.1.2021.

Talens-Estarelles, Cristian & García-Marqués, José Vicente & Cervino, Alejandro & García-Lázaro Santiago 2020. Use of digital displays and ocular surface alterations: A review. The Ocular Surface 19 (2021) 252–265. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1542012420301518?via%3DIihub>> Viitattu 2.2.2021.

White, Trevor 2008. Tinted lenses. Teoksessa Jalie, Mo (toim.): Ophthalmic Lenses and dispensing. 3. painos. Elsevier Butterworth-Heinemann. 97–110.

Ylianttila, Lasse & Jokela, Kari 2009. Radiometria. Teoksessa Pastila, Riikka (toim.). Ionisoimaton säteily – Ultravioletti- ja lasersäteily. E-kirja. Helsinki: Säteily- ja ydinturvallisuuskeskus. 19–74.

Yoshinaga, Patrick D. The Eye and Electromagnetic Radiation. California Optometric Association. <[http://www.coavision.org/files/Eye%20and%20Electromagnetic\\_For%20Website\(1\).pdf](http://www.coavision.org/files/Eye%20and%20Electromagnetic_For%20Website(1).pdf)>. Viitattu 2.2.2021.

Zhao, Zhi-Chun & Zhou, Ying, Tan & Ganf, Li, Juan 2018. Research progress about the effect and prevention of blue light on eyes. International Journal of Ophthalmology 11(12): 1999–2003. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6288536/>>. Viitattu 8.11.2020.

Kuvat:

Payungkead. Led. <<https://www.flaticon.com/authors/payungkead>> Viitattu 14.1.2021.

Freepik. Led lamp. <<https://www.flaticon.com/authors/freepik>> Viitattu 14.1.2021.

Good Ware. Sun <<https://www.flaticon.com/authors/good-ware>> Viitattu 14.1.2021.

Freepik. Eye glasses. <<https://www.flaticon.com/authors/freepik>> Viitattu 14.1.2021.

