



Heikki Nevala & Riku Salminen

IKÄNÄKÖISTEN ERGONOMISET SILMÄLASIT ASIAKASPALVELUKÄYTÖSSÄ

**IKÄNÄKÖISTEN ERGONOMISET SILMÄLASIT
ASIAKASPALVELUKÄYTÖSSÄ**

Heikki Nevala & Riku Salminen

Opinnäytetyö

Syksy 2012

Optometrian koulutusohjelma

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

*Kiitämme Piiloset by Finnsusp Oy:tä ja
Opti-Aika Järvelä Oy:tä.*

*Lisäksi haluamme kiittää Fennian sekä
Oulun seudun ammattikorkeakoulun
henkilökuntaa ja opiskelijakollegoi-
tamme yhteistyöstä.*

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Optometrian koulutusohjelma

Tekijät: Nevala, Heikki & Salminen, Riku.

Opinnäytetyön nimi: Ikänäköisten ergonomiset silmälasit asiakaspalvelukäytössä

Työn ohjaaja: Koskela, Terttu

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2012. Sivumäärä: 145 sivua ja 33 liitettä.

Väestön vanhenemisen myötä yhä useampi ikänäköinen käyttää työssään näyttöpäätettä. Hyvää työnäkemistä voidaan edistää analysoimalla näkemiseen vaikuttavat ergonomiatekijät sekä kehittämällä näkemistä edistäviä toimintaympäristöjä ja ratkaisuja erityisesti ikänäköisille.

Tässä opinnäytetyötutkimuksessa vertasimme ikänäköisille tarkoitettua Piiloset Office PD -työnäkölinssin kahta eri linssivoimakkuuden vähenemän eli degression vaihtoehtoa toisiinsa. Tarkoituksenamme oli selvittää, kumpi degressiovaihtoehto koetaan paremmaksi toimisto- ja asiakaspalvelukäytössä. Lisäksi mittasimme, miten degression määrä vaikuttaa vertailtavien linssiparien käyttökelpoisiin binokulaarisiin näköalueisiin.

Tutkimuksen teoriaosuudessa käsittelemme muun muassa näköjärjestelmää ja ikänäköisyyttä sekä ikänäön korjaamista erilaisilla silmälasiratkaisuilla, kuten ergonomisilla työnäkölinseillä. Lisäksi käsittelemme näköergonomiaa työpaikoilla ja esittelemme tutkimuksessa käytettävän linssin.

Tutkimukseen osallistui viisi vakuutusyhtiössä asiakastyötehtävissä työskentelevää ikänäköistä henkilöä, jotka käyttivät silmälasia kummallakin testattavalla linssiparilla kahden viikon ajan. Keräsimme tutkimusaineiston osallistujien näköergonomiaa kartoittamalla, näöntarkastuksilla, näköaluemittauksilla, päiväkirjamerkinnoilla ja osittain strukturoiduilla kyselyillä. Tutkimuksessa hyödynsimme sekä laadullisia että määrällisiä aineistoja eli tutkimusmenetelmämme oli triangulaatio.

Suuremman degression linssivaihtoehto osoittautui tutkimuksessamme osallistujien työtehtäviin hieman paremmin sopivaksi. Heidän kokemuksensa tutkittavista linseistä olivat kuitenkin hyvin yksilöllisiä.

Näköaluemittauksissa emme todenneet merkittäviä eroja käyttökelpoisten näköalueiden leveyksissä kahden degressioalinnan välillä. Tutkimuksen osallistujien kokemukset tutkittavista linseistä eivät aina myöskään vastanneet teoriaa tai mittaustuloksia. Siten asiakkaan kuunteleminen ja hänen näkötarpeidensa huomioiminen on tärkein perusta hyvälle työnäköratkaisulle.

Asiasanat: ikänäköisyys, työnäkö, näköergonomia, moniteholinssit, binokulaarinen näköalue

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Optometry

Authors: Nevala, Heikki & Salminen, Riku

Title of thesis: Occupational Progressive Lenses in the Office and Customer Work

Supervisor: Koskela, Terttu

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2012

Number of pages: 145 + appendix pages 33

With the ageing of the population more presbyopic workers use visual display terminals in their daily tasks. The efficiency of occupational vision can be improved by analyzing and improving visual ergonomics in the workplace and by developing solutions for presbyopic workers.

In this study we compared two different degression options of the Piiolset Office PD lens. The main purpose of the study was to find out which option suits better for the office and customer service environment. We also measured and compared the visual acuity in the binocular field with the both degression options of the lens.

In the theoretical part of the study we deal with presbyopia and its correction with spectacle lenses, such as the occupational progressive lenses. In addition, we describe the visual ergonomics in the workplace and introduce the lens used in this study.

Our test group consisted of five presbyopic office and customer service workers of an insurance company. They wore both lens options for two weeks in their daily work. We used both qualitative and quantitative research methods. The data was collected with the visual ergonomics measurements at the work place, eye examinations, visual acuity measurements in the binocular field, vision diaries and partially structured inquiries.

The lens option of bigger degression was found to be more suitable for the office and customer service work. However, informants' experiences of the lenses were very individual.

With the binocular visual acuity measurements, we found no significant differences in the widths of usable binocular areas of vision between the two degression options. Also, the participants' experiences did not always correspond to the theory or measurement results. Thus, the most important foundation for the good spectacle correction is the listening to the customers and paying attention to their visual needs.

Keywords: presbyopia, occupational vision, visual ergonomics, progressive lenses, binocular field

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
1 JOHDANTO	7
2 NÄKÖJÄRJESTELMÄ JA IKÄÄNTYMINEN.....	10
2.1 Akkommodaatio ja syvätarkkuus.....	11
2.2 Binokulariteetti eli yhteisnäkö.....	15
2.3 Näköalue ja näkökenttä	18
2.4 Näöntarkkuus eli kulmaerotuskyky.....	18
2.5 Lähinäöntarkkuus ja lukeminen.....	22
2.6 Presbyopia eli ikänäköisyys	24
3 IKÄNÄÖN KORJAAMINEN SILMÄLASEILLA	28
3.1 Monitehot eli progressiiviset linssit.....	30
3.1.1 Moniteholinssien rakenne	31
3.1.2 Ergonomiset linssit.....	33
3.2 Silmälasilinssien kuvausvirheet.....	38
3.2.1 Vinon sädekimpun astigmatismi.....	39
3.2.2 Vääristymä	41
3.3 Linssien mitoitus	42
3.4 Linssinvalmistustekniikat.....	44
3.5 Piiloset Office Personal Design -työnäkölinssin esittely	47
4 NÄKÖERGONOMIA TOIMISTO- JA ASIAKASPALVELUTYÖSSÄ.....	50
4.1 Työpisteiden järjestäminen.....	51
4.2 Valon voimakkuussuureet ja työpisteen valaiseminen	52
4.3 Tietokoneiden näytöt ja CVS-syndrooma.....	54
4.4 Työnäkemiseen liittyvät käytännöt ja lainsäädäntö	57
5 TUTKIMUSTEHTÄVÄT	59
6 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN.....	60
6.1 Tutkimuksen metodologia ja menetelmät.....	60
6.1.1 Aineistonkeruun menetelmät.....	61
6.1.2 Kerätyn aineiston käsittely ja analysointi.....	62
6.2 Tutkimusjoukon valinta ja kuvaus.....	63
6.3 Ergonomiakartoitus	64
6.4 Näöntarkastukset ja testilinssiparien tilaaminen.....	65
6.5 Testilinssiparien luovutus ja osittain strukturoidut kyselyt.....	66

6.6	Näköalueiden mittaus	68
6.6.1	Mittausetäisyydet ja -kulmat.....	70
6.6.2	Mittausten toteutus.....	71
6.7	Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys.....	72
7	TULOKSET	75
7.1	Ergonomiakartoitus	75
7.2	Näöntarkastukset.....	79
7.3	Osittain strukturoidut kyselyt	81
7.3.1	Näkemisen yleisvaikutelma ja tarkkuus.....	81
7.3.2	Tarkkana näkyvän alueen laajuuden riittävyys	86
7.3.3	Astenooppiset oireet	89
7.3.4	Testilinssiparien käyttöominaisuudet.....	94
7.3.5	Testilinssipareihin tottuminen	96
7.3.6	Näkeminen työssä	98
7.3.7	Testilinssiparien odotukset ja hyvät ja huonot puolet.....	101
7.3.8	Testilinssiparien kouluarvosanat ja jättäminen kehykseen	104
7.4	Näköaluemittaukset	105
7.4.1	Teoreettiset näköalueet.....	105
7.4.2	Mittaustulokset.....	111
7.4.3	Tekstimallien lukeminen	118
8	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	119
8.1	Ergonomiakartoituksen johtopäätökset	119
8.2	Näöntarkastusten johtopäätökset.....	121
8.3	Osittain strukturoitujen kyselyiden johtopäätökset	122
8.4	Näköalueiden mittausten johtopäätökset	128
8.5	Yhteenvedo johtopäätöksistä	130
9	POHDINTA.....	133
	LÄHTEET.....	137
	LIITTEET	146

1 JOHDANTO

Suomalainen työväestö on ikääntynyt ja entistä useampi ikänäköinen työskentelee näyttöpäätteellä. Ikänäköisyydellä tarkoitetaan iän myötä tapahtuvaa mykiön elastisuuden vähenemistä, jonka seurauksena kyky tarkentaa lähelle heikentyy. Ikänäköisyys alkaa aiheuttaa vaivoja taittovirheettömällä henkilöllä noin 43 vuoden iässä (Saari 2001b, 293). Väestöennusteen mukaan työikäisten ikänäköisten (45 - 64-vuotiaat) määrä on Suomessa vuonna 2012 noin 1,5 miljoonaa. Määrän ennustetaan laskevan ja vakiintuvan noin 1,4 miljoonan tasolle vuoteen 2019 mennessä. (Tilastokeskus 2009, hakupäivä 18.2.2012.) Näyttölaitteiden kehityksen myötä tarkan lähinäkemisen vaatimukset ovat kuitenkin lisääntyneet eri työtehtävissä. Tästä seuraa haasteita ja mahdollisia ongelmia erityisesti ikänäköisille.

Vuonna 2011 kaikkien suomalaisten yritysten yhteenlasketusta henkilöstöstä lähes kolme neljästä käytti tietokonetta työssään (Tilastokeskus 2011, hakupäivä 18.2.2012). Niin sanottu computer vision syndrome (lyhyesti CVS, näyttöpäätte-näkö-oireyhtymä) on uusi oireyhtymä, joka liittyy tietokoneella työskentelevän henkilön näköjärjestelmän kuormittumiseen. CVS:n oireet ilmenevät, kun näkötehtävän vaatimukset ylittävät näköjärjestelmän toimintakyvyn. Seurauksena on muun muassa silmien rasittuminen sekä pään ja niskan alueelle kohdistuvat kivut. (Salomaa 2006, 17; Salomaa 2011, 28.) Yleisesti silmiin ja niiden käyttöön sekä näkemiseen paikallistettavista vai-voista käytetään nimitystä astenopia tai astenooppiset oireet (Millodot 1993, 23).

Ikänäköisyys on mahdollista korjata erilaisilla silmälas- ja piilolasiratkaisuilla. Iän ja tarvittavan lähiläsän määrän kasvaessa tavalliset yksiteholukulasit eivät enää sovellu näyttöpäätetyöskente-lyyn. Kun silmän oma akkommodaatio- eli mukautumiskyky iän myötä heikkenee, on samoilla yksiteholaseilla entistä vaikeampi nähdä sekä lähelle (luketäisyys 30 - 40 cm) että niin sanotuille välitäisyyksille, kuten tietokoneen näytölle (etäisyys 60 - 100 cm). Monitehot korjaavat tilanteen ja mahdollistavat näkemisen kaikille etäisyyksille, tosin yleiskäyttöön tarkoitetuilla progressiivilins-seillä leveysuuntainen lähietäisyyksien näköalue kaventuu merkittävästi yksiteholukulaseihin verrattuna. (Salomaa 2011, 28.) Tällöin pään kääntäminen on yleensä välttämätöntä näyttöpäät-teeltä luettaessa, mikä hidastaa lukunopeutta. Yleiskäyttöisiä moniteholaseja käyttävien, tietoko-neella työskentelevien henkilöiden on tutkimusten mukaan myös usein kallistettava päätään taak-sepäin, jotta he näkisivät näytölle linssien välialueiden kautta. Tämä voi ajan mittaan aiheuttaa

niskan ja hartioiden rasittumista sekä lihas- ja tukirankaongelmia. (Salomaa 2006, 17 - 18; Salomaa 2011, 28 - 29.)

Moniteholaseja parempi silmälasiratkaisu ikänäköisen lähityöskentelyn avuksi ovat erityistyölasit (Vesanto 2012, 7). Erityistyölaseilla tarkoitetaan usein ”syväteräviä silmälaseja” tai ”toimistomonitehoja”. Molemmat linssityypit on suunniteltu siten, että linssien lähialue ja välialue ovat yleismoniteholaseja laajemmat (ks. luku 3.1). Myös linssien reuna-alueiden vääristymät on pyritty minimoimaan erilaisilla ratkaisuilla, kuten linssin kauko- ja lähialueen pienemmällä voimakkuuserolla. (Salomaa 2006, 18.) Esimerkiksi osa lähilisästä voidaan sijoittaa linssin ylä- eli kaukoosaan. Vääristymiä on mahdollista vähentää myös pidentämällä voimakkuuden muutosalueen eli progressiokanavan korkeutta.

Työterveyslaitoksen (2011) tutkimuksen mukaan erityistyölasit lisäävät lukunopeutta ja tukevat näyttöpäätetyötä tekevien jaksamista ja työssä suoriutumista. Tutkimuksessa tuli esille, että näyttöpäätetyö erityistyölaseilla tehtynä sisälsi myös vähemmän näkemiseen ja sen vaikutuksesta työasentoihin liittyviä kuormitustekijöitä verrattaessa tavallisilla monitehoilla työskentelemiseen. (Työterveyslaitos 2011a, 20 - 21, hakupäivä 17.12.2011.)

Työnäkemisestä säädetään myös lailla. Valtioneuvoston päätös näyttöpäätetyöstä (22.12.1993/1405) velvoittaa työnantajan hankkimaan työntekijälle erityistyölasit, mikäli tavantomaiset silmälasit eivät ole työtehtäviin sopivat (Finlex 1993, hakupäivä 13.2.2012). Käytännössä tämä tarkoittaa niin sanottujen ergonomisten silmälasien hankkimista paljon näyttöpäätetyötä tekeville ikänäköisille (ks. tarkemmin luku 4.4). Laki perustuu Euroopan unionin neuvoston antamaan direktiiviin (90/270/ETY) (Työsuojeluhallinto 2012, hakupäivä 14.2.2012).

Opinnäytetyömme on Piiliset by Finnsusp Oy:n toimeksianto. Piiliset by Finnsusp Oy on suomalainen optisen alan moniosaaja, joka toimii Suomen lisäksi noin 30 vientimaassa. Perheyrittys aloitti toimintansa vuonna 1978 piilolasien hoitonesteidien tuotekehityksellä ja valmistuksella. Nykyään Piiliset by Finnsusp Oy valmistaa piilolasien hoitotuotteiden lisäksi myös silmälasilinsskejä. Käytössä on free-form-linssinvalmistustekniikka, jonka avulla muun muassa jokaista käyttäjää varten erikseen yksilöityjen progressiivisten linssien hionta on mahdollista. (Piiliset by Finnsusp Oy 2012b.) Piiliset by Finnsusp Oy valmisti tutkimuksessa käytettävät linssit, ja myös kehykset tulivat heidän valikoimastaan.

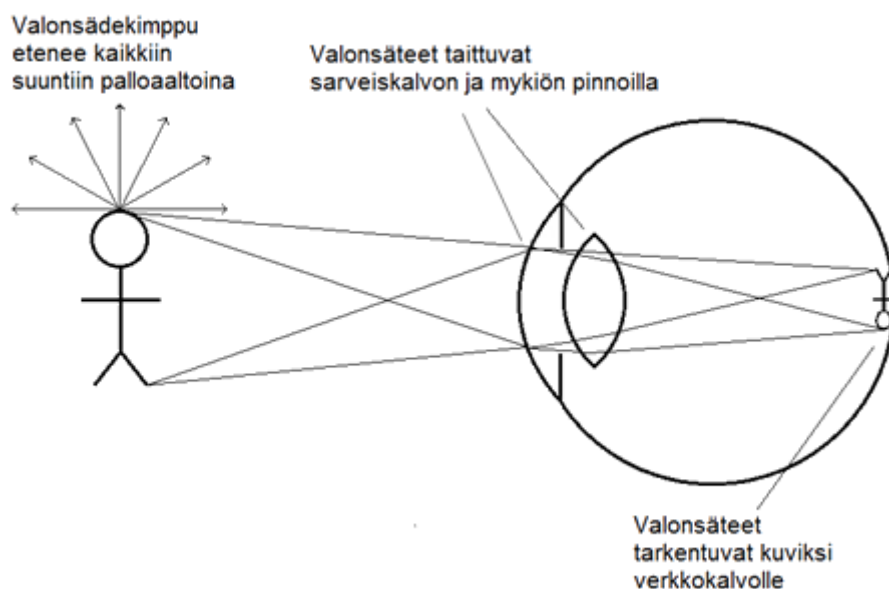
Opinnäytetyömme on pääpainoltaan laadullinen tutkimus, mutta siihen kuuluu myös määrällisiä piirteitä. Tutkimuksessa vertaamme Piiliset by Finnsusp Oy:n valmistamien Piiliset Office PD -työnäkölinsien kahta eri linssivoimakkuuden vähenemän eli degression vaihtoehtoa toisiinsa asiakaspalvelutehtävissä työskentelevien ikänäköisten kokemana. Vertailu tapahtuu tutkimukseen osallistuvien henkilöiden käyttökokemusten ja linseillä mitattavien näköalueiden avulla. Vertailtavina degressioina ovat Office PD -linssin normaalisoitus toimistokäyttöön (ks. luku 3.5), jossa degressio on yhtä suuri kuin lähilisa, ja lähipainotteisempi vaihtoehto, jossa linssin yläosaan jää 0,50 dioptrian lähilisa. Esimerkiksi tutkimukseen osallistujan lähilisan ollessa 2,00 ovat vertailtavat degressiot 1,50 ja 2,00.

Valitsimme työnäköön liittyvän opinnäytetyöaiheen, koska halusimme syventää omaa tietämystämme ikänäköisyydestä, työergonomiasta ja erilaisista progressiivisistä linseistä. Haluamme osata tulevaisuudessa suositella asiakkaille sopivia linssiratkaisuja muun muassa asiakaspalvelua sisältävään toimistotyöhön. Tavoitteenamme oli myös kohentaa tutkimuksen osallistujien näköergonomiaa sekä omaa ergonomiosaamistamme.

Piiliset Office PD -linssistä on tehty opinnäytetyötutkimuksena degressiovertailu aikaisemminkin. Saarela ja Virtanen (2010) vertailivat kahta eri degressiota (1,50 dpt ja 2,00 dpt) näyttöpäätetyötä tekeville henkilöille. Tällöin näkemisen tarve oli lähi- ja välietäisyyksille painottunut. Saarelan ja Virtasen tutkimuksessa neljä kuudesta osallistujasta piti pienemmän degression linssivaihtoehtoa parempana, mutta selkeitä eroja verrattavien linssivaihtoehtojen välillä ei kuitenkaan havaittu. Opinnäytetyötutkimuksemme kuitenkin eroaa Saarelan ja Virtasen vastaavasta tutkimusjoukon katseluetäisyyksien osalta. Näkemisen tarve ei painotu työssämme pelkästään lähi- ja välietäisyyksille, vaan tutkimukseen osallistuvien työnkuva sisältää myös asiakaspalvelutehtäviä, joissa voidaan olettaa olevan tarve nähdä muutaman metrin etäisyydellä oleva asiakas riittävän tarkasti. Lisäksi tutkimukseemme kuuluu Office PD -linssien näköalueiden mittaus jokaiselta tutkimukseen osallistuvalta.

2 NÄKÖJÄRJESTELMÄ JA IKÄÄNTYMINEN

Ihmisen silmä on optinen eli valoa taittava järjestelmä, jonka kokonaistaittovoima on noin 60 dioptriaa (ks. kuvio 1). Aksiaaliselta pituudeltaan normaalisilmä on 22 - 27 millimetriä. Silmän etuosassa sijaitseva sarveiskalvo sekä värikalvon ja lasiaisen välissä sijaitseva mykiö muodostavat yhdessä kammio- ja lasiaisnesteiden kanssa silmän valoa taittavat pinnat. Sarveiskalvon osuus silmän taittovoimasta on noin 43 dioptriaa. Kyynelesteen tasoittama sarveiskalvon etupinta on silmän pääasiallinen taittava pinta. Tämä on mahdollista ilman (taitekerroin $n = 1$) ja sarveiskalvon (taitekerroin $n = 1,37$) suuren taitekerroineron ansiosta. Valo ei juuri taitu sarveiskalvon takapinnalla, koska kammionesteiden taitekerroin ($n = 1,34$) on lähes sama kuin sarveiskalvon. Mykiön eli silmän linssin tehtävänä puolestaan on vastata noin kolmasosasta silmän taittovoimasta sekä silmän optiikan muodostaman kuvan tarkentamisesta verkkokalvon tarkan näön pisteeseen eli foveolaan. (Saari 2001a, 146, 288; Teräsvirta & Saari 2001, 203 - 204.) Mykiön taittovoima lepotilassa on eri lähteiden mukaan 16 - 21 dioptriaa (Saari 2001a, 146, 288; Teräsvirta & Saari 2001, 204; Vaughan, D., Asbury, T. & Riordan-Eva, P. 1999, 364; Rabbetts 1999, 12).



KUVIO 1. Kuvautuminen silmässä. Kuvan mittasuhteet ovat selkeyden takia liioiteltuja (Mukailten *The Eye and Vision* 2012, hakupäivä 7.9.2012)

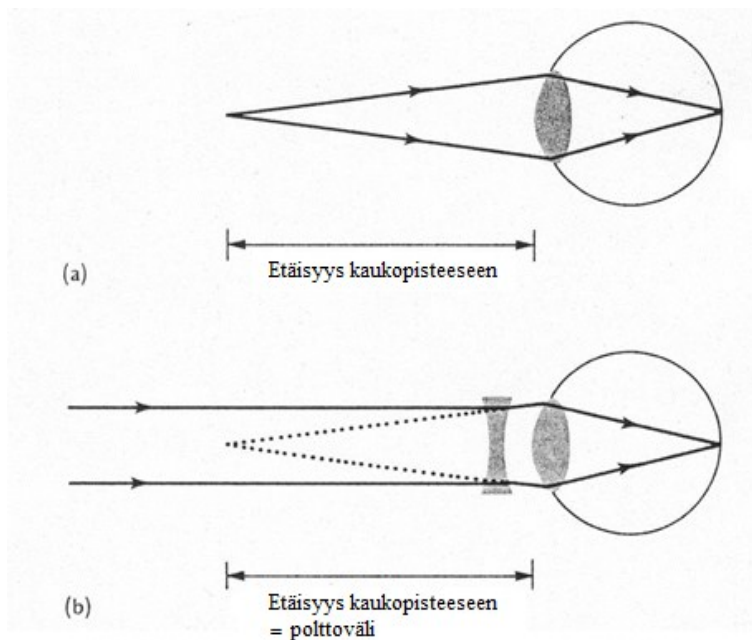
Mykiö on epäsymmetrisesti kaksoiskupera, verisuoneton ja väritön linssi, joka on ripustinsäikeillä kiinnittyneenä sädekehään rajautuen etupuoleltaan kammionesteeseen ja takapuoleltaan lasiaiseen (Vaughan ym. 1999, 11). Terveessä mykiössä tapahtuu valon heijastumista ja hajaantumista vain hyvin vähän. Tämä johtuu mykiön pienestä taitekerroinerosta etukammionesteeseen ja lasiaiseen verrattuna ja toisaalta siitä, että mustuaisaukko rajaa valon läpäisemän alueen mykiön keskusta. Mykiö kasvaa koko eliniän, syntymähetken noin 65 milligrammasta vanhuusiän jopa 250 milligrammaan. Halkaisijaltaan mykiö on 6,5 - 9 millimetriä ja paksuudeltaan 3,5 - 5 millimetriä. Mykiön tärkeimmät ominaisuudet ovat sen läpinäkyvyys ja elastisuus. Läpinäkyvyys perustuu mykiötä muodostavien säikeiden rakenteeseen ja järjestykseen. Silmän kyky muuttaa mykiön muotoa, ja siten taittovoimaansa, heikkenee iän myötä niin, että normaalitaitteinen henkilö ei enää kykene lukemaan pientä tekstiä noin 43 ikävuoden jälkeen. (Teräsvirta & Saari 2001, 203 - 205.)

2.1 Akkommodaatio ja syvätarkkuus

Akkommodaatiolla tarkoitetaan silmän mukauttamista eli kykyä lisätä (ja vähentää) taittovoimaansa tarkentaakseen eri katseluetäisyyksillä olevat kohteet teräviksi kuviksi verkkokalvolle. Tämä tapahtuu mykiön muotoa muuttamalla. Katseltaessa lähelle sädelihas supistuu, mikä aiheuttaa mykiön ripustinsäikeiden höltymisen, mykiön paksunemisen ja siten taittovoiman lisäyksen. Vastaavasti katseltaessa kauas sädelihas rentoutuu, mykiön ripustinsäikeet kiristyvät, mykiö litistyy ja sen taittovoima vähenee. Tärkeimpänä ärsykkeenä akkommodaatiolle toimii epätarkka verkkokalvokuva. (Saari 2001b, 293.)

Silmän kaukopiste (punctum remotum) on etäisyys, jolle silmä on tarkentunut sädelihaksen ollessa rentoutuneena ja mykiön ollessa litteimmillään. Normaalitaitteisella henkilöllä kaukopiste sijaitsee kaukana (äärettömässä) ja likitaitteisella lähellä silmän edessä. Kaukotaitteisella laskennallinen kaukopiste sijaitsee silmän takana. Toisaalta edellä mainittu edustaa niin sanottua perinteistä lähestymistapaa akkommodaatioon. Toonisen näköärsykykeettömän akkommodaation lepotilan on osoitettu vakiintuvan silmän minimitaittovoimaa suuremmaksi. (Rabbetts 1999, 113.) Emme kuitenkaan käsittele aihetta sen tarkemmin, koska sillä ei ole merkitystä kaukopisteen määrittelyn kannalta.

Kaukolasien (täyskorjauslasit) linssien voimakkuus määritetään siten, että linssin kuvanpuoleinen polttopiste on silmän kaukopisteen etäisyydellä (ks. kuvio 2). Usein kuitenkin silmässä esiintyy kauko- tai likitaitteisuuden lisäksi taittovirheenä myös astigmatismia eli hajataitteisuutta. Astigmatismissa esinepiste kuvautuu pisteen sijaan kahdella eri etäisyydellä oleviksi viivoiksi, jotka ovat toisiaan vastaan kohtisuorassa. Näiden välissä sädekimppu muodostaa niin sanotun Sturmin konoidin, jonka keskellä sijaitsee pienimmän hajonnan ympyrä. Pienimmän hajonnan ympyrässä kuvautuminen on tarkinta. Silmässä astigmatismi johtuu taittavien pintojen toorisista muodoista. Toorisessa pinnassa kaarevuus vaihtelee siten, että sen suurin ja pienin kaarevuus (pääleikkaussuunnat) sijaitsevat toisiinsa nähden kohtisuorassa. Astigmatismia voidaan korjata toorisilla silmälasilinsseillä. (Millodot 1993, 15, 29, 96, 166.) Vinon sädekimppun astigmatismi on puolestaan silmälasilinsseihin liittyvä kuvausvirhe, josta kerromme tarkemmin luvussa 3.2.1.



KUVIO 2. Likitaitteinen silmä (a) ilman laseja (b) kaukolasien kanssa. Kaukolasit siirtävät kaukopisteen kaukaisuuteen (äärettömään) (Mukaillen University of Arizona Optical Sciences 2012, hakupäivä 14.2.2012)

Silmän lähipiste (punctum proximum) on lähin etäisyys, jolle silmä kykenee tarkentamaan akkommodoimalla. Tällöin sädelihäs supistuu ja mykiö on paksuimmillaan. Akkommodaatiokyvyn heikentyessä iän myötä lähipiste siirtyy kauemmaksi. Normaalin lukuetaisyyden ollessa 30 - 40 senttimetriä, alkaa käyttökelpoisen lähipisteen siirtyminen kauemmaksi aiheuttaa vaivoja taittovir-

heettömällä henkilöllä noin 43 vuoden iässä. Tällöin käytetty lukuetaisyys kasvaa. (Saari 2001b, 293.) Ikänäköisyydestä kerromme lisää luvussa 2.6.

Akkommodaatiolaajuus on silmän kauko- ja lähipisteiden etäisyyksien erotus dioptrioina laskettuna. Akkommodaatiolaajuus voidaan jakaa objektiiviseen ja subjektiiviseen akkommodaatiolaajuuteen. Edellisellä viitataan vain silmän kykyyn muuttaa mykiön taittovoimaa, kun jälkimmäiseen sisältyy lisäksi myös niin sanottu syvätarkkuusalue. (Kaseva 1993, 1.)

Syvätarkkuusalue on tietyssä akkommodaatiotilassa syvyysuuntainen toleranssialue, jonka sisällä näöntarkkuus ei vaihtelee tunnistettavasti. Syvätarkkuusalueen koko ilmaistaan dioptrioissa (ks. kaava 1), eli sen pituus on riippuvainen ennen kaikkea katseltavan kohteen etäisyydestä. Mitä lähempää kohdetta katsellaan, sitä lyhempi on syvätarkkuusalue. Valaistuksen ja kontrastin parantumisen on todettu lyhentävän syvätarkkuusaluetta näöntarkkuuden kasvaessa. Toisaalta mustuaisaukon halkaisija on kääntäen verrannollinen syväterävyyden alueen kokoon (ks. kaava 2). Tämä johtuu siitä, että mustuaisen koon kasvaessa verkkokalvolle lankeavien hajontaympyröiden koko kasvaa, ja siten syvätarkkuus pienenee. (Millodot 1993, 41; Rabbets 1999, 288.)

KAAVA 1. Syvätarkkuusalueen määritelmä (Mukaillen Rabbets 1999, 288)

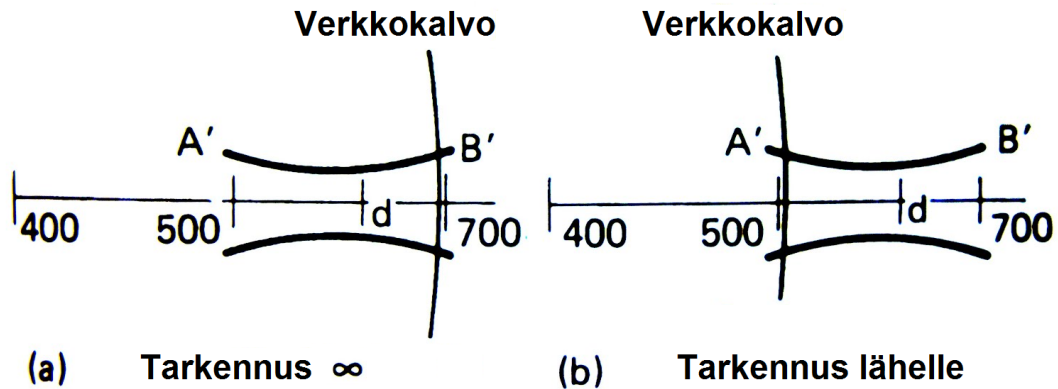
$$E = L_d - L_p, \text{ missä}$$

E = syvätarkkuus dioptrioina

L_p = syvätarkkuusalueen alkamisetäisyys dioptrioina

L_d = syvätarkkuusalueen päättymisetäisyys dioptrioina

Rabbets kertoo Ivanoffin tutkineen kokeellisesti akkommodaation vaikutusta syvätarkkuusalueen sijaintiin hyödyntäen silmän väripoikkeamaa. Kokeessa relaksoitunut silmä tarkensi valon 680 nanometrin aallonpituudet verkkokalvolle. Kun silmä laitettiin akkommodoimaan, siirtyi verkkokalvolle tarkentuva aallonpituus asteittain kohti spektrin sinistä päätä saavuttaen noin 500 nanometrin kohdan 2,50 dioptrian akkommodaatiotilassa (ks. kuvio 3). Muutos vastaa noin 0,70 dioptriaa. Havaitusta ilmiöstä on hyötyä, koska se siirtää syvätarkkuusaluetta siten, että kauas katsoessa syvätarkkuusalueesta suurimman osan ollessa kohteen etupuolella siirtyy se tarkennusetäisyyden pienentyessä asteittain kohteen takapuolelle. (Rabbets 1999, 289.)



KUVIO 3. Syvätarkkuusalue (A' - B') verkkokalvotasolla. Ivanoffin kokeessa kohteen ollessa kaukana (a) oli ihmissilmän syvätarkkuusalue pääosin verkkokalvon edessä. Akkommodoidessa lähempänä oleviin kohteisiin (b) siirtyi syvätarkkuusalue asteittain verkkokalvon taakse (Mukaillen Rabbetts 1999, 289)

Rabbettsin mukaan Campbell tutki muun muassa mustuaisen koon vaikutusta syvätarkkuusalueen kokoon. Empiiristen havaintojen pohjalta hän johti kaavan, jolla mustuaisen koon vaikutusta syvätarkkuusalueen kokoon voidaan arvioida (ks. kaava 2). (Rabbetts 1999, 288 - 289.)

KAAVA 2. Syvätarkkuusalueen koko Campbellin mukaan (Mukaillen Rabbetts 1999, 289)

$$E = \pm \left\{ \left(\frac{0,75}{g} \right) + 0,08 \right\}, \text{missä}$$

E = syvätarkkuus dioptrioina

g = mustuaisen halkaisija (mm)

Mustuaisen koko pienenee ikääntyessä. Halkaisijaltaan 45-vuotiaan mustuainen on päivänvalo-adaptoituneena tyypillisesti 4 millimetriä. (Rabbetts 1999, 11.) Campbellin kaavalla (kaava 2) laskettuna halkaisijaltaan 4 millimetrin mustuaisella olisi silmän syvätarkkuusalueen koko noin $\pm 0,25$ dioptriaa (ks. luku 7.4.1). Toisaalta esimerkiksi subjektiivisen akkommodaatiolaajuuden mittauksessa käytetään yleensä isohkoa, 0.5:n visusta vastaavaa merkkikokoa. Rabbetts (1999,

118) kertoo esimerkiksi Millodot'n & Millodot'n mitanteen siten hieman yli kahden dioptrian ($\pm 1,00$) syvätarkkuuksia. Akkommodaatiolaajuuden mittauksesta kerromme lisää luvussa 2.6

2.2 Binokulariteetti eli yhteisnäkö

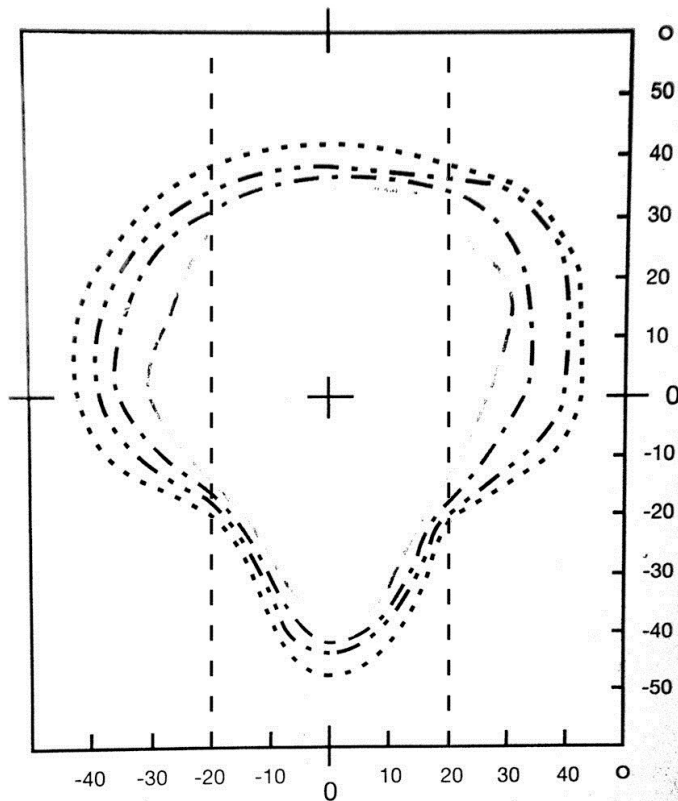
Näkötapahtumassa voidaan erottaa useita eri vaiheita. Näitä ovat muun muassa kohteesta silmään tulevat valonsäteet, valon taittuminen silmän taittavissa väliaineissa, fotokemiallinen reaktio verkkokalvon aistinsoluissa ja niistä lähtevät impulssit, impulssien johtuminen näkörataa pitkin aivoihin ja aivojen kuorikerroksen, etenkin aivojen näkökeskuksen, toiminta. (Saari 2001c, 38.) Verkkokalvolle optisesti tarkentuva kuva on tarkan näkemisen edellytys. Tarkentuminen tapahtuu fovealle eli verkkokalvon tarkan näön pisteeseen joko silmän omalla linssijärjestelmällä tai, jos tämä ei onnistu, esimerkiksi silmälaseilla korjattuna. Laajuudeltaan fovea vastaa vain noin yhden asteen katselukulmaa. Muu osa verkkokalvoa auttaa kokonaiskuvan hahmottamisessa ja katseen suuntaamisessa. (Lehtelä & Launis 2011a, 95.)

Silmien välittämä näkö tieto yhdistyy yhdeksi kuvaksi aivoissa. Kuvien fuusio tapahtuu, jos sekä vasemmasta että oikeasta silmästä aivoihin välittyvä kuva on laadultaan riittävän samanlainen. Käytännössä oikean ja vasemman silmän kuvat poikkeavat aina jonkin verran toisistaan, koska silmät katsovat kohdetta hiukan eri kulmista. (Hyvärinen 1981, 109 - 110.) Aivot osaavat yleensä yhdistää hieman poikkeavat kuvat toisiinsa ja muun muassa siten vaikuttaa syntyvään syvyysvaihteluun (Henson 2000, 2). Kaikilla ihmisillä ei kuitenkaan ole yhteisnäköä, vaan he käyttävät silmiään vuorotellen. Tavallisimmin tämä johtuu siitä, että he ovat oppineet menettelemään näin jo lapsuudestaan saakka. Stereonäkö eli kolmiulotteinen näkö on kuitenkin mahdollinen ainoastaan niissä tapauksissa, joissa molempien silmien välittämää näkö tietoa voidaan käyttää yhdessä. Stereonäön syvyyserotustarkkuus vaihtelee yksilöittäin. (Hyvärinen 1981, 109 - 110.)

Miellyttävä yhteisnäkö edellyttää aina molempien silmien oikeanlaista hermostollista ja motorista toimintaa. Yhteisnäön mukavuutta saattavat heikentää esimerkiksi piilokarsastukset eli heteroforiat. Mahdollinen piilokarsastus saadaan esille estämällä sensorinen fuusio esimerkiksi peittämällä toinen silmä. Tällöin näkö akselit eivät enää leikkaa fiksaatiopisteessä. (Pollen 1979, 208 - 210.) Emme käsittele piilokarsastuksia tässä luvussa tarkemmin, koska ne eivät ole merkittävässä roolissa työmme kannalta. Lisäksi pyrimme karsimaan tutkimusjoukostamme pois selkeät karsastustapaukset.

Katseltaessa lähelle tulee akkommodaation ja konvergenssin (silmien kääntyminen sisäänpäin) yhteistoiminnan tärkeys esille erityisesti nuorilla henkilöillä. Akkommodoidessa silmät pyrkivät aina myös konvergoimaan. Akkommodatiivisen konvergenssin ja akkommodaation suhdetta (AK/A) voidaan käyttää apuna silmälasimääräystä tehdessä. Esimerkiksi AK/A-arvon ollessa normaalia suurempi voidaan lukulaseilla vähentää aktiivisen akkommodaation tarvetta, ja siten helpottaa liian konvergoitavuuden aiheuttamia oireita. (Rabbetts 1999, 162.)

Lähinäön mukavuus riippuu oleellisesti hyvästä yhteisnäöstä. Fuusio edellyttää molemmista silmistä aivoihin välittyviä samankokoisia, -muotoisia ja -asentoisia kuvia. Katseltaessa sivusuuntiin alkaa silmien toiminnallinen ero häiritä fuusiota. Tämä johtuu silmien toisistaan poikkeavista asennoista silmäkuopissa niiden kiertyessä vaak-akselinsa ympäri, mikä vaikuttaa verkkokalvokuvien asentoon. Verkkokalvokuvien toisistaan eroavasta kiertymisestä seuraa forioita, mikä puolestaan vaikeuttaa fuusiota. Alaviistoon katsottaessa tämä korostuu, ja fuusion saavuttaminen edellyttää ylimääräistä ponnistelua. (Kaseva 1993, 1.) Fuusion rajat on esitetty kuviossa 4. Katkoviivoilla on kuvattu silmien liikuttajalihasten rasitusta eri katsekulmilla ja testihenkilöillä. Nämä ovat yksilöstä riippuvia. Essilorin (Kaseva 1993, 3) mukaan pienimmän rasituksen vertikaalinen katselukulma keskipitkillä katseluetäisyyksillä on noin -15 astetta (alaviistoon) ja mukava käyttöalue välillä +12 - -35 astetta. Essilorin (Kaseva 1993, 4) ja Rabbettsin (1999, 153) mukaan yli 20 - 25 asteen horisontaalisessa kulmassa sijaitseva kohde johtaa aina sekä pään että silmien samanaikaiseen kääntämiseen (ks. kuvioon 4 merkityt 20 asteen katselukulmat). Mikäli kohde sijaitsee keskemällä, johtaa tämä lyhytkestoisessa katselussa ainoastaan silmien kääntämiseen. (Kaseva 1993, 4; Rabbetts 1999, 153.)



KUVIO 4. Fuusion rajat ja silmälihaksiin kohdistuva rasitus eri katsekulmilla. Pystyviivat kuvaavat kohtaa, jossa silmien kääntäminen johtaa yleensä myös pään kääntämiseen. Katseen ollessa suunnattuna alaspäin on silmänliikuttajalihaksiin kohdistuva rasitus suurempi sivuttaisilla katsekulmilla (Mukaillen Kaseva 1993, 3)

Binokulaariseen näkemiseen liittyy olennaisesti myös horopteri. Horopterilla tarkoitetaan kaikkien niiden pisteiden muodostamaa aluetta, jotka kuvautuvat kummankin silmän verkkokalvon vastinpisteille katseen ollessa kiinnittyneenä yhteen kohteeseen. Horopteri on muodoltaan kaareva pinta, jolla on myös toleranssialue. Tätä kutsutaan Panumin kolmiulotteiseksi tilaksi. Panumin tilassa syvyyssuuntaisesti eri tasoilla sijaitsevat kohteet nähdään yhtenä. Verkkokalvolla Panumin tilaa vastaa Panumin alue, joka sijaitsee silmien verkkokalvojen vastinpisteiden ympärillä. Panumin alue on kapeimmillaan fovean kohdalla ja laajimmillaan periferiassa. (Rabbetts 1999, 155 - 156.)

Hyvän binokulaarisen näönkorjauksen edellytyksenä on luonnollisen konvergenssin ja horopterin huomioonottaminen. Katseltaessa (moniteholaseilla) alaviistoon lähelle alkaa silmien kiertyminen vaaka-akselin ympäri vaikuttaa näköaistin vaaka- ja pystytason suhteeseen. Tällöin tarkennuskyky pienentyminen johtaa horoptertason nousemiseen pystympään. Tutkimuksissa on

havaittu lukijan kääntävän aina lukutason horopteritason suuntaiseksi tai muuttavan päänsä asentoa vastaavasti. Suuren lukulisän määrääminen saattaa johtaa siihen, että esimerkiksi sanomalehden lukeminen pöytätasosta ei onnistu, koska lyhyt lukuetaisyys johtaa myös liian pysyvään horopteritasoon. (Kaseva 1993, 4.)

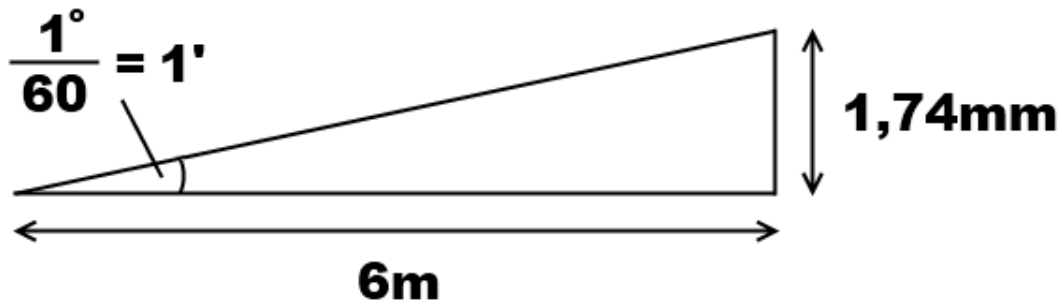
2.3 Näköalue ja näkökenttä

Käyttökelpoisella näköalueella tarkoitamme kolmiulotteista tilaa, jonka sisällä tarkasteltavat kohteet nähdään riittävän tarkkoina silmiä liikuttamalla, kun pää pysyy paikoillaan. Tämä on eri asia kuin näkökenttä. Näkökentällä tarkoitetaan tilaa, jonka sisällä kohteet voivat aiheuttaa näköhavainnon, kun silmien katse on kiinnittynyt yhteen pisteeseen ja myös pää pysyy liikkumatta. Käyttökelpoinen näköalue sisältyy yleensä näkökenttään. Tämä johtuu näköalueeseen liittyvästä näöntarkkuusvaatimuksesta sekä vaatimuksesta pystyä fiksoimaan tarkasteltaviin kohteisiin. Tästä johtuen pelkkä kohteiden havaitseminen näkökentän tapaan ei riitä. (Millodot 1997, 91 - 92; Rabbetts 1999, 152 - 153.) Tämän tutkimuksen kannalta näköalueen käsite on tärkeämpi kuin näkökentän käsite, koska yritämme hahmottaa Office PD -linssien käyttökelpoisia kolmiulotteisia näköalueita mittaamalla binokulaarisia näöntarkkuuksia eri katsesuunnilla ja etäisyyksillä.

Näköalueen leveyssuuntaista kokoa kaventavat etenkin progressiivisten linssien reuna-alueilla esiintyvät kuvausvirheet tai vääristymät (ks. luku 3.2). Näköalueen syvyyssulottuvuudella on puolestaan yhteys akkommodaatiolaajuuteen (ks. luku 2.1) sekä progressiivisten linssien lähilisen ja degression määrään.

2.4 Näöntarkkuus eli kulmaerotuskyky

Näkökyvyn mittana pidetään niin sanottua visusarvoa eli näöntarkkuutta. Yleisesti hyväksytyn standardin (DIN 5822) mukaan näöntarkkuus kuvaa kulmaerotuskykyä: jos kaksi pistettä erottuu toisistaan yhden kulmaminuutin kulmassa ($1 / 60$ astetta), on näöntarkkuuden arvo tällöin 1.0. Esimerkiksi 6 metrin etäisyydellä sijaitsevien, kahden toisistaan erillisen pisteen välimatkan tulee tällöin olla 1,74 millimetriä (ks. kuvio 5). (Korja 2008, 10.)



KUVIO 5. Yhden minuutin kulmaerotuskyky vastaa näöntarkkuuden arvoa 1.0 (Mukaillen Korja 2008, 10)

Fovea centralis on verkkokalvolla sijaitseva tarkan näkemisen keskus, niin sanottu verkkokalvon keskuskuoppa. Näöntarkkuus on suurin, kun verkkokalvolle lankeava kuva osuu fovealle. Myös verkkokalvon solutiheys on foveassa suurin, vaikka fovea kattaa vain 0,4 millimetriä eli 1 asteen suuruisen verkkokalvoalueen. Verkkokalvon solutiheys pienenee voimakkaasti fovealta verkkokalvon reuna-alueita kohti siirryttäessä. Tämän seurauksena myös verkkokalvon reuna-alueilla saavutettava näöntarkkuus heikkenee. (Korja 2008, 26.) Näöntarkkuuden heikkeneminen verkkokalvon reuna-alueilla vaikuttaa muun muassa silmälasilinsien suunnitteluun, koska yleensä linsis suunnittelussa keskitytään etenkin fovean tarkan näön alueeseen (Jalie 2003, 166).

Näöntarkkuuden mittaamisessa käytetään apuna optotyyppejä eli testimerkkejä. Optotyypeille on asetettu vaatimuksia, joiden mukaan niiden tulisi olla ymmärrettäviä, muodoltaan tuttuja, selviä ja tunnistettavia. Optotyyppien tulisi vaikuttaa mahdollisimman vähän muotonäköön. Niitä tulisi olla myös useita erilaisia ulkoa oppimisen välttämiseksi. Lisäksi optotyyppien tulisi sijaita valkoisella pohjalla. (Korja 2008, 15 - 16.) Viimeksi mainittu vaatimus liittyy näöntarkkuuden mittaamiseen korkeakontrastisissa (mielellään 100 %) olosuhteissa. Tämä toteutuu esimerkiksi mustaksi värjättyillä optotyypeillä valkoista taustaa vasten. (Dickinson 1998, 33.)

Optotyyppien koon laskemisessa eri tutkimusetäisyyksille käytetään apuna edellä mainittua kulmaerotuskykyä. Olkoon d optotyyppien koon laskemisessa käytettävä yksikkö. Esimerkiksi Snellenin E-optotyyppi on $5d \times 5d$ -kokoinen. d kuvaa kahden erillisenä erottuvan pisteen etäisyyttä toisistaan annetulla tutkimusetäisyydellä siten, että pisteiden välimatka vastaa tiettyä näöntarkkuuden arvoa. (Korja 2008, 16 - 18.) Yleensä optotyyppitunnistetaan juuri tyhjistä tilasta, joka jää erottuvien piirteiden lomaan, esimerkiksi mainittu Snellenin E-optotyyppi tunnistetaan E:n sarakoiden välisestä tyhjistä tilasta. Nyt, jos Snellenin E-optotyyppien kokoa kuvaava yksikkö $d = 1,74$

millimetriä, optotyyppi sijaitsee 6 metrin etäisyydellä ja E:n sakarat nähdään erillisinä, vastaa tämä näkötehtävänä kahden pisteen erottamista toisistaan yhden kulmaminuutin kulmassa. Tämä vastaa edellä todetun mukaisesti näöntarkkuuden arvoa 1.0. (Dickinson 1998, 32.) Etäisyyttä, jolla optotyyppi vastaa näöntarkkuuden arvoa 1.0 kutsutaan optotyypin normaalietäisyydeksi. Jos tutkimusetäisyys muuttuu, vastaa sama testimerkki eri näöntarkkuuden arvoa. (Korja 2008, 18.)

Tutkimusetäisyyden muutoksen vaikutus näöntarkkuuden arvoon lasketaan seuraavasta kaavasta 3 (Mukaillen Korja 2008, 18)

KAAVA 3. Tutkimusetäisyyden muutoksen vaikutus näöntarkkuuden arvoon

$$A = \frac{B}{C} \cdot D, \text{ missä}$$

A = todellinen näöntarkkuus

B = tutkimusetäisyys

C = etäisyys, jolle optotyyppi on tarkoitettu

D = optotyypillä saavutettu näöntarkkuus

Oletetaan esimerkiksi, että näöntarkkuus mitataan neljän metrin etäisyydeltä, vaikka kyseisessä tutkimuksessa optotyypit on tarkoitettu kuuden metrin etäisyydelle. Tällöin todellinen näöntarkkuus on aina pienempi kuin tutkimustilanteessa kyseisillä optotyypeillä mitattu näöntarkkuuden arvo. Olkoon neljän metrin etäisyydeltä mitattu näöntarkkuus 1.0 kuuden metrin optotyypitalulta. Tällöin todellinen näöntarkkuus on edellisen kaavan 3 mukaan:

$$A = \frac{4 \text{ m}}{6 \text{ m}} \cdot 1.0 \approx 0.63.$$

Edellä kuvatun DIN 5822 -standardin mukaisen näöntarkkuutta mittaavan järjestelmän näöntarkkuuden arvot perustuvat logaritmiseen asteikkoon. Tällöin eri näöntarkkuuden arvoja kuvaavat optotyypit ovat 1/10 logaritmiyksikköä joko pienempiä tai suurempia kuin edellisen näöntarkkuutta kuvaavan rivin optotyypit. Esimerkiksi näöntarkkuuden arvoa 0.25 kuvaavat optotyypit ovat 1/10 logaritmiyksikköä eli noin 26 % suurempia kuin näöntarkkuuden arvoa 0.32 kuvaavat optotyypit. (Korja 2008, 10 - 11.)

Kulmaerotuskykyyn (engl. minimum angle of resolution, MAR) perustuvat näöntarkkuuden arvot voidaan ilmaista myös muilla, lopulta samaa tarkoittavilla merkintätavoilla (Dickinson 1998, 32). Esimerkiksi anglosaksisissa maissa käytetään merkintätapana Snellenin tarkkuutta, joka on nimetty keksijänsä mukaan. Snellenin tarkkuuden tutkimusetäisyys ilmoitetaan joko jalkoina tai tuumina. Esimerkiksi Snellenin tarkkuuden merkintä 20/40 tarkoittaa, että tutkimusetäisyys on 20 jalkaa ja tutkittava on erottanut optotyypin, jonka niin sanottu normaalinäköinen henkilö näkisi 40 jalan etäisyydeltä. Näöntarkkuus on siten luokkaa 0.50. (Korja 2008, 12.)

Yksi merkintätapa on myös niin sanottu logMAR-asteikko. LogMAR-asteikon merkintätapa saadaan kymmenkantaisen logaritmin avulla MAR-asteikosta. Tällöin esimerkiksi näöntarkkuuden 1.0 arvoa vastaa logMAR-asteikon arvo 0.0, joka saadaan laskun $\log 1.0 = 0.0$, missä log on kymmenkantainen logaritmi, tuloksena. Taulukossa 1 on esitetty näöntarkkuuden vastaavuudet tässä mainituilla merkintätavoilla. (Dickinson 1998, 32.)

TAULUKKO 1. Näöntarkkuuden arvojen vastaavuudet eri merkintätavoilla (Mukailien Dickinson 1998, 33 ja Rabbetts 1999, 31)

MAR	logMAR	Snellen (6 m)	Visus
0.50	-0.3	6 / 3	2.0
0.63	-0.2	6 / 3.8	1.6
0.80	-0.1	6 / 4.8	1.25
1.0	0.0	6 / 6	1.0
1.25	0.1	6 / 7.5	0.8
1.6	0.2	6 / 9.5	0.63
2.0	0.3	6 / 12	0.5
2.5	0.4	6 / 15	0.4
3.2	0.5	6 / 19	0.32
4.0	0.6	6 / 24	0.25

Kulmaerotuskykyyn perustuvat näöntarkkuuden arvot on helppo muuntaa eri merkintätavasta — esimerkiksi Snellenin tarkkuus, MAR ja logMAR — toiseen. Muunnos ei kuitenkaan ota huomioon erilaisten optotyyppien tunnistamisen vaikeuteen liittyvää vaihtelua, optotyyppien sijoittelutiheyttä,

riviväliä ynnä muita sellaisia seikkoja, jotka vaikuttavat mitattuun näöntarkkuuteen. Tämän vuoksi mittaustulokset voivat vaihdella näöntarkkuutta mittaavasta testistä riippuen. (Dickinson 1998, 33.) Tulosten vertailukelpoisuuden parantamiseksi tulisi käyttää näöntarkkuutta mittaavia testejä, joiden merkkisarjat, merkki- ja rivivälit ovat standardoituja, esimerkiksi Bailey-Lovie-taulua. Standardoidut taulut soveltuvat hyvin tutkimuskäyttöön ja tilastolliseen analyysiin. (Rabbetts 1999, 30 - 31). Myös Lea numbers -taulujen rivi- ja merkkivälit on standardoitu ja niissä käytetään logMAR-asteikkoa. Opinnäytetyömme tutkimusosiossa olemme mitanneet näöntarkkuudet Lea numbers -kauko- ja lähitauluilla.

2.5 Lähinäöntarkkuus ja lukeminen

Edellisessä luvussa 2.4 näöntarkkuudella on tarkoitettu lähinnä erotuskykyä kauas. Lähivisuusta eli lähinäöntarkkuutta määritettäessä näkötehtävä ja tilanne kuitenkin muuttuvat. Tällöin ei ole mielekästä määrittää pienintä mahdollista optotyypiriviä, joka näkyy tutkimusetaisyydelle, vaan tulisi valita haluttu optotyypirivin koko ja katseluetäisyys. Viimeksi mainittujen pohjalta määritetään lähilasioimakkuus, jolla optotyypirivi näkyy *miellyttävästi* kyseiseltä etäisyydeltä. Pääpaino on sanalla ”miellyttävä”, sillä tiettyä akkommodaatiotasoa on esimerkiksi näyttöpäätteeltä luettaessa pystyttävä pitämään yllä pitkiäkin aikoja. Tämän vuoksi merkkikoko, jolla voidaan saavuttaa maksimilukunopeus työskentelyetäisyydelle, on noin kolme kertaa suurempi kuin pienin erottuva merkkikoko. Suurempi merkkikoko helpottaa näkötehtävän vaativuutta, akkommodaatiota jää niin sanotusti reserviin, ja työskentely halutulle etäisyydelle helpottuu. (Korja 2008, 158, 161, 163; Bailey 2006, 238.)

Lukeminen on näkötehtävänä hyvin monimutkainen tapahtuma — siihen liittyvät lähinäöntarkkuusvaatimuksen lisäksi silmien liikkeiden tarkka kontrollointi ja tekstin tulkinta kognitiivisella tasolla sekä näin syntyvä sanojen ymmärtäminen. Voidaankin sanoa, että hyvä lähinäkö on eri asia kuin hyvä lukukyky. Lukemista vaikeuttavat esimerkiksi sanoja muodostavien kirjainten läheisyys toisiinsa nähden. Voidaan puhua myös niin sanotusta kirjainten ruuhkautumisesta. Kaukonäöntarkkuutta (ja toisinaan myös lähinäöntarkkuutta) mittaavissa testeissä kerrallaan erotettavana on yleensä vain yksi merkki tai optotyyppi, mikä tekee näkötehtävästä helpomman lukemiseen verrattuna. Toisaalta luettaessakin on mahdollista arvata epäselviä kirjaimia sanan keskeltä siten, että sanasta muodostuu ymmärrettävä kokonaisuus. (Dickinson 1998, 51; Bailey 2006, 227.) Myös tiettyjen kirjainten muoto, kuten skandi-aakkoset sekä kirjaimet, joiden juuri- (engl. lower) tai

latvaosat (engl. upper) ulottuvat kirjaimen vartalon ylä- tai alapuolelle, helpottavat näiden tunnistamista.

Näköalueen laajuudella leveyssuunnassa on yhteys lukemisen mielekkyyteen ja nopeuteen, koska leveään näköalueeseen mahtuu enemmän samalla kertaa näkyviä merkkejä kuin vastaavasti kapeampaan leveyssuuntaiseen näköalueeseen (Dickinson 1998, 51). Tämä liittyy oleellisesti etenkin progressiivisten linssien kuvausvirheisiin, sillä ne kaventavat progressiivisten (ja siten myös ergonomisten) linssien käyttökelpoista lukualuetta. Silmälasilinssien kuvausvirheitä käsittelemme tarkemmin luvussa 3.2.

Painoteollisuudessa käytettävien kirjasimien koko määritellään pisteinä, esimerkiksi kirjasinkoko voi olla 8 pistettä. Koon pistemäärittelyssä yksittäinen piste vastaa $1 / 72$ tuumaa eli noin 0,35 millimetriä. Kirjasimien kokomäärittely pisteinä tarkoittaa isojen kirjainten korkeutta. Pienten kirjainten korkeus vaihtelee sen mukaan, onko niissä niin sanottuja latva- tai juuriosia. Pieniä kirjaimia, joissa on latvaosa, ovat esimerkiksi i ja f. Juuriosallisia pieniä kirjaimia puolestaan ovat esimerkiksi j ja y. Keskimäärin pienten kirjainten koko (tai korkeus) on puolet isojen kirjaimien koosta (tai korkeudesta). (Rabbetts 1999, 35; Bailey 2006, 236.)

Kun kirjasinkoko ja katseluetäisyys tiedetään, voidaan laskea kirjainten erottamiseen tarvittava näöntarkkuusvaatimus. Olkoon esimerkiksi kirjasinkoko 12 pistettä ja katseluetäisyys 70 senttimetriä (esimerkiksi näyttöpäätteen etäisyys). Tällöin isot kirjaimet ovat 4,2 millimetriä ($12 \times 0,35$ mm) korkeita. Pienet kirjaimet ovat noin puolet suurten kirjainten korkeudesta eli 2,1 millimetriä, ja määrittävät siten myös kyseisellä kirjainkoolla tapahtuvan lukutehtävän näöntarkkuus- tai erotuskykyvaatimuksen. Nyt lausekkeesta

$$\tan \alpha = \frac{2,1}{700}$$

saadaan kulmaksi $\alpha = 0,17^\circ$, joka kulmaminuuteiksi muutettuna on

$$\alpha = 60 \cdot 0,17^\circ = 10,3'$$

Siten 70 senttimetriä etäisyydellä 2,1 millimetriä vastaa noin 10,3 kulmaminuuttia. Jos kirjainten rakenteen oletetaan perustuvan Snellenin E-optotyypin ideaan, voidaan mainituista kulmaminuu-

teista laskea kyseistä kirjasinkokoa vastaava näöntarkkuuden arvo. Oletetaan siis, että d on kahden erillisenä erottuvan pisteen etäisyys ja $5d$ kirjaimen korkeus. Tällöin 10,3' vastaava näöntarkkuuden arvo saadaan jakamalla kulmaminuutit viidellä (oletettu kirjaimen korkeus oli $5d$) ja ottamalla osamäärästä käänteisluku. Siten 12 pisteen kokoisilla kirjasimilla kirjoitetun tekstin lukemiseen 70 senttimetriä etäisyydeltä tarvitaan noin 0.5 (laskennallinen) näöntarkkuus.

Näyttöpäätetyöskentelyyn liittyvät merkkien tai kirjainten koot ilmoitetaan usein myös pisteinä. Kyseinen kokomäärittely ei ole kuitenkaan täysin yhtäpitävä edellä kerrotun kanssa, koska merkkien pistekoko näytöllä viittaa näkymästä tehtyyn tulosteeseen, ei suoraan merkkien kokoon ruudulla. Tämä johtuu siitä, että näyttöpäätteiden koot ja näyttötilan erotuskykyarvo eli resoluutio vaihtelevat, mikä vaikuttaa pisteiden ja siten merkkien kokoon. (Bailey 2006, 236.) Tietokoneiden näyttöjä käsittelemme tarkemmin omissa luvuissaan 4.3.

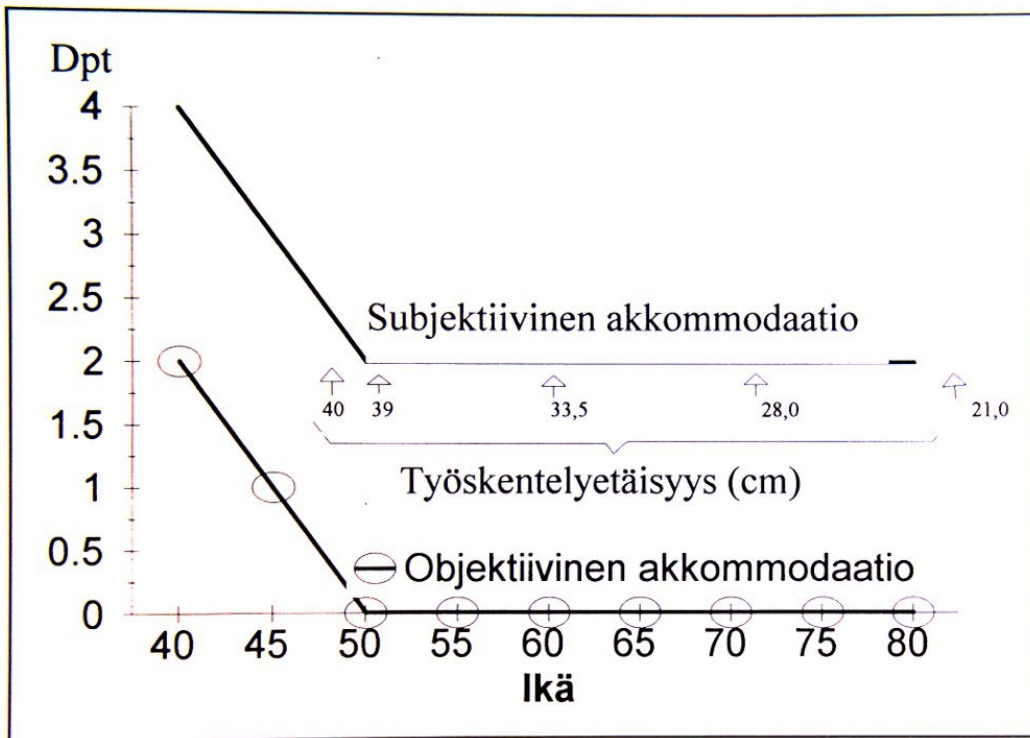
2.6 Presbyopia eli ikänäköisyys

Sana presbyopia tulee latinan kielestä ja tarkoittaa "vanhoja silmiä" (Cassel 1998, 22). Suomen kielessä yleensä käytetään termiä ikänäköisyys. Iän myötä mykiön elastisuus vähenee, ja siten silmän kyky lisätä plusvoimakkuuttaan tarkentaakseen lähelle heikentyy. Ikänäköisyyden ensimmäisiä oireita ovat lukuetaisyys pidentyminen, lähityön vaikeutuminen ja lisääntynyt valontarve. Ikänäköisyys alkaa vaivata 35 - 50 vuoden iässä riippuen hieman olemassa olevasta taittovirheestä, henkilön näkemistarpeista, pupillin koosta ja yleisestä terveydentilasta. (Korja 1993, 110 - 113.)

Yleensä akkommodaatiokyvyn heikkeneminen havaitaan selvimmin 40 - 50 vuoden iässä, jolloin käyttökelpoisen lähipisteen siirtyminen kauemmaksi alkaa haitata lukemista. Tällöin myös yksilölliset erot akkommodaatiolaajuudessa ovat suuria. Käyttöakkommodaatio on kuitenkin aina pienempi kuin akkommodaatiolaajuus. Väsyneenä tai kuumeisena ei käytetä edes puolta akkommodaatiolaajuudesta. (Korja 2008, 126.)

Muun muassa Hofstetter ja Charman ovat havainneet objektiivisen akkommodaatiokyvyn heikenevän kunkin yksilön kohdalla lineaarisesti siten, että se saavuttaa nollan noin 50 - 55 vuoden iässä (Rabbetts 1999, 118). Tämän jälkeen ikänäköisellä on käytössään enää syvätarkkuusalue (ks. kuvio 6). Lähilisäntarpeen lisääntyminen yli 50-vuotiailla johtuu taipumuksesta lyhentää lu-

kuetäisyyttä silmän väliaineiden samentumisesta ja verkkokalvon rappeutumisesta johtuvan näöntarkkuuden heikkenemisen takia. (Kaseva 1993, 1.)



KUVIO 6. Objektiivinen ja subjektiivinen akkommodaatiolaajuus iän funktiona sekä työskentelyetäisyyden muutos (Kaseva 1993, 2). Yli 50-vuotiaalla ikänäköisellä on käytössään vain syvätarkkuusalue

Tärkein ensimmäisten lähilasien hankinta-ajankohtaan vaikuttava tekijä on olemassa oleva taittovirhe. Lievästi likitaitteinen henkilö ei välttämättä tarvitse erillisiä lähilaseja, koska näkee lähelle paremmin ottamalla kaukolasinsa pois. Lievästi kaukotaitteinen henkilö puolestaan pärjää nuorena kokonaan ilman laseja, mutta lähilasien tarve tulee aikaisemmin. Tämä johtuu siitä, että nuorilla kaukotaitteisilla akkommodaatiokyky riittää usein kaikille tarvittaville etäisyyksille. Akkommodaatiokyvyn heiketessä lähikatselu kuitenkin vaikeutuu. Aluksi pelkkä taittovirheen korjaus (kaukolasit) auttaa kaukotaitteista lähityössä, koska korjauksen myötä akkommodaatiotarve pienenee. Silmälasien optisten ominaisuuksien takia kaukotaitteinen sankalasiensa käyttäjä joutuu kuitenkin akkommodoimaan likitaitteista enemmän. Käytännössä lähilasien hankinta alkaa olla ajankohtaista, kun tarkasteltava teksti tai kohde ei enää tahdo näkyä halutulta etäisyydeltä. (Rabbetts 1999, 118; Korja 1993, 110 - 113, 232.)

Lähilisä voidaan määrittää muun muassa iän, näköoireiden ja olemassa olevan lasivoimakkuuden perusteella tai mittaamalla subjektiivinen akkommodaatiolaajuus (Rabbetts 1999, 119). Myös muita tapoja on olemassa, kuten lähilisan määrittäminen foropterilla dynaamisen ristisynterinin avulla. Näihin emme tässä tutkimuksessa perehdy tarkemmin (Korja 1993, 118 - 120).

Rabbetts (1999, 120) esittää Bussin arvon lähilisan määrästä iän perusteella seuraavien kaavojen 4 ja 5 mukaan:

KAAVA 4. Lähilisan määrä työskentelyetäisyydelle 33 senttimetriä

$$\text{Lähilisä} = \frac{\text{ikä} - 35}{10}$$

KAAVA 5. Lähilisan määrä työskentelyetäisyydelle, joka on hieman suurempi kuin 33 senttimetriä

$$\text{Lähilisä} = \frac{\text{ikä} - 40}{10}$$

On syytä huomata, että kaavat antavat vain lähtöarvon lähilisää määritettäessä. Tämän vuoksi laskennallisesti saatu lähilisä tulee testata halutulla työskentelyetäisyydellä. Asiakkaan kanssa kommunikointi onkin tärkeää. Näin on myös tilanteessa, jossa lähilisä määritetään nykyisten silmälasien perusteella: jos asiakas on tyytyväinen nykyiseen lähilasioimakkuuteen, sitä ei kannata muuttaa paljoa. (Rabbetts 1999, 120 - 121.)

Subjektiivinen akkommodaatiolaajuus voidaan mitata monella eri tavalla. Korjan (2008, 135) mukaan niin sanottu vakio add -menetelmä sopii parhaiten ikänäköisten akkommodaatiomittauksiin. Menetelmässä kaukorefraktiotuloksen lisäksi ikänäköisille laitetaan molempiin silmiin lukemista helpottavaa apuvoimakkuutta, esimerkiksi +2,00 dioptriaa. Tarkasteltavaa tekstiä (esimerkiksi visusarvoa 0.5 - 0.4 vastaava tekstikoko, jota voidaan käyttää myös akkommodaatiolaajuutta mittaavassa Push up -menetelmässä) viedään ensin pisimmälle etäisyydelle, jolla teksti vielä nähdään. Näin saadaan selville silmän kaukopiste eli sarveiskalvon pinnan ja tekstin välinen etäisyys kyseisellä voimakkuudella. Tämän jälkeen teksti tuodaan niin lähelle silmiä, että se hämärtyy. Nyt sarveiskalvon pinnan ja tekstin välinen etäisyys on sama kuin silmän lähipiste kyseisellä voi-

makkuudella. Kauko- ja lähipisteen dioptriaalinen erotus on akkommodaatiolaajuus. (Korja 2008, 134 - 135.)

Subjekttiivisen akkommodaatiolaajuuden mittaus ei kuitenkaan paljasta, kuinka paljon tutkittava mielellään käyttää akkommodaatiolaajuudestaan. Tutkittava saattaa pinnistellä tutkimuksen aikana ja saada hyviä tuloksia. Toiset tutkittavat taas ilmoittavat hyvin nopeasti, että teksti on sumeaa. Myös vireystila saattaa vaikuttaa tuloksiin. Ikänäköisillä on usein myös pienet mustuaiset, joiden aikaansaama suuri syvätarkkuusalue vaikuttaa saatuihin tuloksiin. Suuremmalla lukulasivoimakkuudella lukuetaisyys ja syvyysuuntainen näköalue lyhenevät. Katseluetäisyydelle sopiva lasivoimakkuus opitaan yrityksen ja erehdyksen kautta. (Korja 2008, 138.)

Akkommodaatiolaajuutta iän mukaan voidaan arvioida myös Hofstetterin kaavoilla (kaavat 6 - 8) seuraavasti (Pensyl & Benjamin 2006, 396):

KAAVA 6. Akkommodaatiolaajuuden minimiarvo

$$\text{Akkommodaatiolaajuus (minimi)} = 15.00 - (0.25 \cdot \text{ikä})$$

KAAVA 7. Akkommodaatiolaajuuden keskiarvo

$$\text{Akkommodaatiolaajuus (keskiarvo)} = 18.50 - (0.30 \cdot \text{ikä})$$

KAAVA 8. Akkommodaatiolaajuuden maksimiarvo

$$\text{Akkommodaatiolaajuus (maksimi)} = 25.00 - (0.40 \cdot \text{ikä})$$

3 IKÄNÄÖN KORJAAMINEN SILMÄLASEILLA

Ikänäköisyyden korjaamiseen on useita erilaisia vaihtoehtoja, kuten lähityöskentelyyn tarkoitettut yksiteho- eli lukulasit, kaksi- tai kolmithehosilmälasit sekä progressiiviset eli monitehosilmälasit. Ikänäön korjaaminen on mahdollista myös erilaisilla piilolasiratkaisuilla. Tässä työssä keskitytään tarkastelemaan ikänäön korjaamista ergonomisilla linssillä (toimistomonitehot ja syväterävät lähilasit), jotka on tarkoitettu toimistokäyttöön. Tämän vuoksi käsittelemme ikänäön korjaamisen vaihtoehtoja yksi-, kaksi- tai kolmithehoilla vain suppeasti ja erilaiset piilolasiratkaisut sivuutamme kokonaan. Ergonomiset linssit kuuluvat pintarakenteelta progressiivisten linssien luokkaan, minkä vuoksi käsittelemme aihetta aikaisemmin mainittuja enemmän.

Lisätietoa ikänäön korjaamisesta erilaisilla sankalasisivaihtoehdoilla on löydettävissä muun muassa seuraavista julkaisuista: Mo Jalie: *Ophthalmic Lenses & Dispensing* (Second Edition, Butterworth-Heinemann, Elsevier Science, 2003) sekä William J. Benjamin: *Borish's Clinical Refraction* (Second Edition, Butterworth-Heinemann, Elsevier Inc, 2006).

Kun tarvittavan lähilisän määrä kasvaa, tulevat yksiteholinssien rajalliset ominaisuudet yhä selvemmin esille: Lähityöskentelyssä yksiteholukulaseilla saavutettava näköalue ei ole syvyysuunnassa riittävän syvä, jotta lähityö hiukan kauemmaksi, kuten työpöydälle tai näyttöpäätteelle, onnistuisi joustavasti. Tosin pienemmän lähilisän määrääminen on mahdollista, mutta tällöin puolestaan lukeminen lähietäisyydeltä vaikeutuu. Myös sanomalehden lukeminen yksiteholukulaseilla saattaa olla hankalaa, koska pöydälle asetettaessa sanomalehden sivujen ulottuvuus ylittää yksiteholasien syvyysuuntaisen tarkan näköalueen. Tällöin esimerkiksi sanomalehden alareunan teksti näkyy terävänä, mutta yläreunan ei. (Pirilä & Korja 2005, 14.)

Bifokaali- eli kaksiteholinssillä nähdään sekä kauas että lähelle. Siten ikänäön korjaaminen kyseisellä linssivaihtoehdolla on mahdollista. Mutta kuten yksiteholinssillä, myöskään kaksitehoilla ei näe tarkasti välietäisyyksille, kuten näyttöpäätteelle, jos lasit on tehty nimenomaan kauko- ja lähikorjausta varten. Trifokaali- eli kolmitheholinssit ovat myös yksi vaihtoehto ikänäön korjaamiseksi. Kolmithehoissa on rajatut alueet kauko-, väli-, ja lähietäisyyksille katseluun. Kolmithehojen käyttö on nykyaikana kuitenkin harvinaista. (Virsu & Ylitimo 2004, 31.) Osassa kaksi- ja kolmitheholinseissä tapahtuu yleisesti myös kuvahyppyjä: Kun katse siirtyy esimerkiksi kaukoalueelta

lähialueelle, hypähtää tarkasteltava kohde äkisti uuteen paikkaan. Kuvahyppyominaisuus johtuu kuvaa siirtävästä prismavaikutuksesta kauko- ja lähialueen välillä. (Jalie 2003, 128 - 129.)

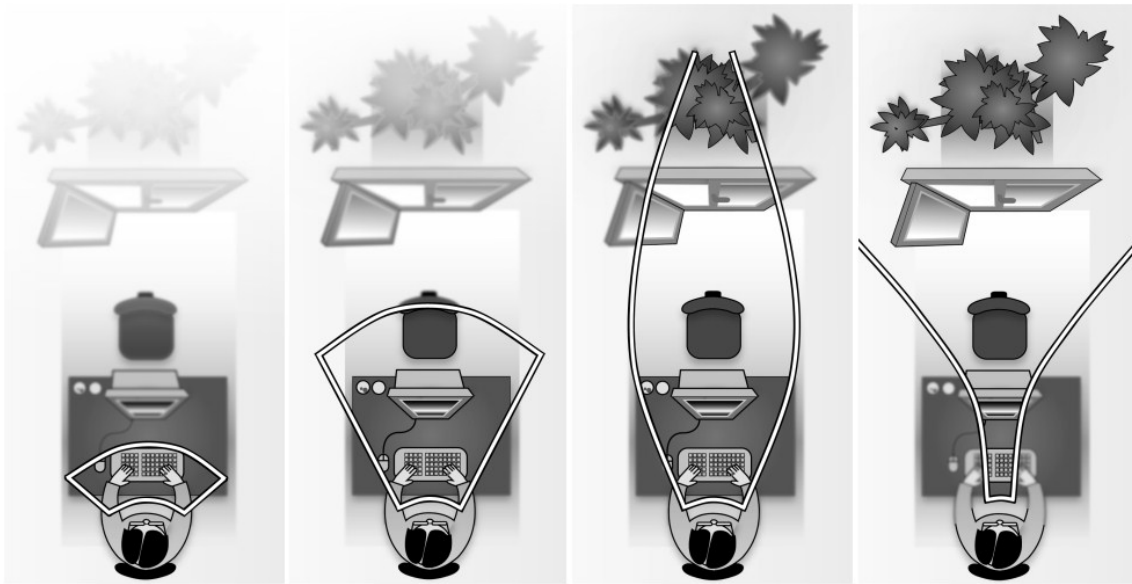
Progressiivisilla eli moniteholinsseillä on mahdollista nähdä kaikille etäisyyksille. Linssien voidaan ajatella koostuvan kolmesta erillisestä alueesta, jotka ovat kaukokatselualue, lukualue ja edellisten välissä sijaitseva progressiokanava. (Jalie 2003, 153.) Kaukokatselualueen ja lukualueen välillä linssin voimakkuus muuttuu portaattomasti siten, että plusvoimakkuus kasvaa (lineaarisesti tai jonkin muun, monimutkaisemman säännön mukaan) lukualuetta kohti siirryttäessä (Gordon & Benjamin 2006, 1118).

Progressiivisilla linsseillä saavutetaan yksi-, kaksi- ja kolmiteholinssejä syvempi tarkka näköalue. Progressiivisten linssien suunnittelun lähtökohtana onkin optisesti laadukas kaukoalue ja progression eli voimakkuuden lisäyksen myötä tarkka kuva lähelle. Kun lähilisan määrä kasvaa, optisesti hyvätasoinen eli kuvausvirheistä ja vääristymistä vapaa väli- ja lukualue kuitenkin kaventuu. Moniteholinsseistä voidaan todeta yleisesti, että mitä pienempi lähilisa ja pidempi progressiokanava linssissä on, sitä leveämpiä ovat optisesti hyvänlaatuiset lähi- ja välialueet (ks. Minkwitzin lause luvussa 3.1.1). (Pirilä & Korja 2005, 14.)

Ergonomisten linssien pääpaino on riittävän leveissä ja vääristymistä vapaissa lähi- ja välialueissa. Ergonomiset linssit jaetaan kahteen pääryhmään, jotka ovat toimistomonitehot ja syväterävät. (Salomaa 2011, 29.)

Toimistomonitehot on suunniteltu kuten yleismonitehot, vaikka ensin mainituilla ei näekään tarkasti yhtä kauas. Toimistomonitehojen kaukaisin tarkkan näön alue sijaitsee yleensä noin neljässä metrissä. Yleismonitehoihin verrattuna toimistomonitehojen lähi- ja välialueet ovat laajemmat. Myös vääristymiä esiintyy kyseisillä alueilla vähemmän, johtuen ergonomisten linssien rakenteesta. (Salomaa 2011, 29.)

Syväterävät linssit on suunniteltu toimistomonitehoja staattisempaan lähityöskentelyyn. Syväterävissä on toimistomonitehojakin laajempi lähi- ja välialue. Vastaavasti syväterävien linssien kaukaisin tarkkan näön alue sijaitsee selvästi toimistomonitehoja lähempänä. (Salomaa 2011, 29.) Kuviossa 7 on esitetty esimerkkejä erilaisilla linsseillä saavutettavista näköalueista.



KUVIO 7. Näköalueet erilaisilla silmälasivaihtoehdoilla. Vasemmalta oikealle lueteltuna lukulasit, syväterävät, toimistomonitehot ja yleismonitehot (Mukaillen Essilorin linssiesite)

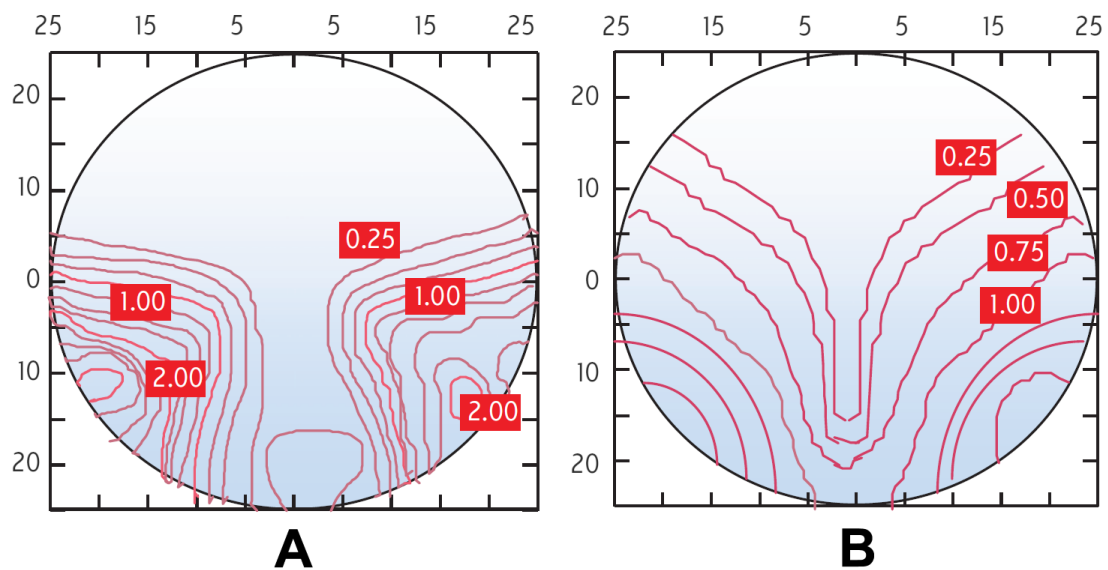
3.1 Monitehot eli progressiiviset linssit

Ensimmäinen kaupallisesti menestynyt moniteholinssi tuotiin markkinoille vuonna 1959. Kyseessä oli Essel-valmistajan (yksi kansainvälisen Essilorin perustajayhtiöistä) Varilux-linssi. Sittemmin moniteholinsseistä on kehitetty useita, edellistä parempia linssisukupolvia. Näissä on kiinnitetty huomiota etenkin linssien progressiiviseen pintarakenteeseen sekä syntyvän kuvan optiseen laatuun. Kehityksen myötä muun muassa linssien optisesti hyvänlaatuisten näköalueiden koot ovat kasvaneet ja linssien reuna-alueilla sijaitsevat vääristymät pienentyneet. (Jalie 2005b, 35 - 37, hakupäivä 2.2.2012.)

Voimakkaimmin progressiivisiin linsseihin on viimeisten 50 vuoden aikana vaikuttanut tietokoneohjattujen CNC-laitteiden (tietokoneohjattu timanttileikkuri, engl. computer numeric control grinding) saralla tapahtunut kehitys (Jalie 2003, 154). CNC-laitteiden parantumisen myötä aina vain monimutkaisempien linssipintojen hionnasta on tullut arkipäivää. Alkujaan tekniikka mahdollistikin ensimmäisten progressiivisten linssien valmistamisen, kun linssin kauko- ja lähialue kyettiin sulauttamaan yhteen rajattomaksi linssipinnaksi. (Jalie 2005a, 36, hakupäivä 2.2.2012.)

3.1.1 Moniteholinssien rakenne

Kehityksen myötä progressiivisten linssien suunnittelussa tuli mahdolliseksi valita niin sanottujen kovan ja pehmeän pintarakenteen väliltä (ks. kuvio 8). Kovassa rakenteessa vääristymät rajoittuvat pääasiassa linssin alaosaan eli progressiiviselle alueelle. Kovasta rakenteesta seuraa, että kaukoalueella on vain vähän vääristymiä, eli linssin kaukoalueen näköalue on leveä. Sen sijaan lähialueen näköalue on vääristymistä johtuen suhteellisen kapea. (Jalie 2005a, 37, hakupäivä 2.2.2012.)



KUVIO 8. Progressiivisen linssin kova (A) ja pehmeä (B) rakenne. Linssien reuna-alueiden vääristymät ovat kuin tietty määrä hiekkaa ympyrän muotoisessa hiekkalaatikossa. Hiekkaa voi siirtää eri puolille laatikkoa, mutta sitä ei ole mahdollista lapioida pois. Mitä enemmän hiekkaa jossakin tietyssä kohdassa on, sitä enemmän tässä kohdassa on myös vääristymiä (Mukaillen Jalie 2005a, 37, hakupäivä 2.2.2012)

Progressiivisen linssin pehmeässä pintarakenteessa vääristymät ulottuvat progressiivisen alueen lisäksi myös linssin kaukoalueelle. Vääristymät kauko- tai lähialueella eivät kuitenkaan ole yhtä voimakkaita kuin lähialueen vääristymät kovalla linssirakenteella. Progressiivisen linssin käyttäjän onkin helpompi tottua pehmeään rakenteeseen, koska vääristymien voimakkuudet eivät ole niin suuret. (Jalie 2005a, 37, hakupäivä 2.2.2012.) Myös ergonomisissa linsseissä käytetään pehmeää pintarakennetta, vaikkakaan se ei ole ainoa käytössä oleva rakenne, sillä myös kovan ja peh-

meän pintarakenteen yhdistelmät ovat mahdollisia (Jalie 2003, 162 - 165). Ergonomisia linssejä ja niiden optiikkaa käsittelemme tarkemmin seuraavassa luvussa 3.1.2.

Progressiivisten linssien pintarakenne on useimmiten kovan ja pehmeän rakenteen välimuoto. Siten jaottelu pelkästään kovaan ja pehmeään rakenteeseen on melko karkea, eikä sitä nykypäivänä juuri enää käytetä. (Breitholtz 19.12.2011, keskustelu.) Free-form -hiontatekniikan myötä markkinoille ovat tulleet niin sanotut yksilölliset progressiiviset linssit. Yksilöllisiä linssejä hiottaessa jokaisen käyttäjän henkilökohtaiset mitat, esimerkiksi linssien asento silmälasikehyksessä ja kehyksen istuvuus kasvoilla, huomioidaan. Tällöin lopputulos on (ainakin teoriassa) silmälasien käyttäjän kannalta optimaalinen. (Jalie 2005b, 37, hakupäivä 2.2.2012.) Linssien yksilöllisyys yhdistetään yleensä free-form -hiontatekniikkaan, mutta nämä eivät kuitenkaan ole välttämättä synonyymeja toisilleen. Näin siksi, koska free-form -tekniikka vain mahdollistaa perinteisellä tekniikalla hiottuja monitehoja yksilöllisemmän ja tarkemman hionnan (ks. luku 3.4.1). Toisaalta myös kaikkia moniteholinssejä voidaan pitää yksilöllisinä, pelkästään asiakasta varten valmistettuina tuotteina. Tämän vuoksi käytämme mieluummin termiä free-form -linssit.

Huomioitava seikka progressiivisten linssien yhteydessä on myös se, että linssit on suunniteltava kummallekin silmälle erikseen. Tämä johtuu prismavaikutuksesta. Kun oikea silmä katsoo linssin läpi jotain tiettyä pistettä, katsoo myös vasen silmä samaan pisteeseen. Vasemman ja oikean silmän katselinjat lävistävät silmän edessä sijaitsevan linssin kumpikin eri kohdassa vasenta ja oikeaa puolta keskenään verrattaessa. Jos vasemman ja oikean silmän edessä sijaitsevat linssit olisivat rakenteeltaan identtiset, olisi syntyvä prismavaikutus erilainen silmien välillä. Tämä hankaloittaisi vasemman ja oikean silmän verkkokalvokuvan fuusiota ja siten vaikuttaisi heikentävästi progressiivisten linssien näkövaikutelmaan. Pahimmillaan fuusion estyminen johtaa kaksoiskuviin (ks. binokulariteettia eli yhteisnäköä käsittelevä luku 2.2). Linssit onkin suunniteltava siten, että prismavaikutus on sama oikean ja vasemman silmän toisiaan vastaavissa katselukohdissa. Tällaisia linssejä kutsutaan horisontaalisesti symmetrisiksi linsseiksi. (Jalie 2005a, 37, hakupäivä 2.2.2012.)

Aivot, näköaivokuori ja havaintoja käsittelevät alueet, sopeutuvat kohtuullisen nopeasti progressiivisissa linsseissä esiintyviin vääristymiin. Jos progressiivisten linssien käyttö aloitetaan ikänään alkuvaiheessa, on sopeutuminen jopa nopeampaa kuin kaksitehoilla. Sen sijaan suuri lähilisän määrä ja aikaisempi kokemus kaksitehoista vaikeuttavat progressiivisiin linsseihin tottumista tai

tekevät sen jopa mahdottomaksi. Kaksitehojen käyttäjät ovatkin tottuneet laajaan, vääristymistä vapaaseen lähialueeseen. Toisaalta kaksitehojen lähialue rajoittuu pelkästään yhdelle etäisyydelle, toisin kuin progressiivisten linssien lähinäköalue. (Jalie 2005a, 37, hakupäivä 2.2.2012.)

3.1.2 Ergonomiset linssit

Kun kyky akkommodoida heikkenee iän myötä, lähilisän tarve kasvaa suuremmaksi, minkä seurauksena myös syvyysuuntainen tarkkan näkemisen alue lyhenee. Tämän vuoksi ikänäköä on entistä vaikeampi korjata pelkästään yksiteholukulaseilla (Pirilä & Korja 2005, 14). Jos yksiteholukulasit on mitoitettu esimerkiksi asiakkaan tavanomaiselle lukuetaisyydelle, ei lukeminen etäämpää, kuten tietokoneen näytöltä, enää onnistu eteenpäin kumartumatta. Jos yksiteholukulasit on puolestaan mitoitettu kauemmas näyttöpäätteen etäisyydelle, aiheutuu tästä ongelmia, kun näkemisen tarve on lähempänä, kuten tavanomaisella lukuetaisyydellä, koska lukulisä ei ole niin lähelle enää riittävä. Yleisesti voidaankin todeta, että perinteisillä yksiteholukulaseilla ei ole mahdollista saavuttaa iäkkäälle asiakkaalle (objektiivinen akkommodaatio likimain 0 dpt) sellaista tarkkan näkemisen alueen syvyyttä, jotta sekä väli- että lähietäisyydellä sijaitsevat kohteet nähtäisiin tarkkoina.

Progressiivisilla linsseillä saavutetaan syvyysuunnassa suurempi tarkkan näön alue yksiteholähilaseihin verrattuna, mutta myös niihin liittyy omat hankaluutensa. Esimerkiksi linssin näköalueet väli- ja lähietäisyyksille ovat selkeästi kapeammat yksiteholähilaseihin verrattuna. Tämä korostuu entisestään, kun lähilisän määrä kasvaa. (Jalie 2003, 162; Jalie 2005a, 31 - 32, hakupäivä 2.2.2012.)

Progressiivisten linssien reuna-alueiden vääristymiä voidaan kuvata Minkwitzin lauseella. Sen mukaan astigmatismi kasvaa progressiokanavan ympäristössä vaakasuorassa suunnassa kaksi kertaa niin nopeasti kuin linssin voimakkuus lisääntyy progressiokanavassa pystysuorassa suunnassa (ks. kuvio 9). Tämä voidaan ilmaista myös matemaattisessa muodossa (ks. kaava 9) seuraavasti (Sheedy ym. 2005, 1, hakupäivä 23.1.2012.):

KAAVA 9. Astigmaattisuuden muutos progressiokanavassa

$$\frac{\Delta A}{\Delta x} = 2 \cdot \frac{\Delta M}{\Delta y}, \text{ missä}$$

ΔA = astigmaattisuuden muutos

Δx = etäisyyden muutos vaakasuorassa suunnassa progressiokanavan keskustasta eli niin sanotusta napanuorasta

ΔM = sfäärisen ekvivalenttivoimakkuuden muutos

Δy = etäisyyden muutos pystysuorassa suunnassa progressiokanavaa pitkin kuljettaessa

Minkwitzin lauseesta voidaan johtaa myös muoto linssin progressiokanavan leveydelle (ks. kaava 10). Progressiokanavan leveys riippuu ei-toivotun astigmatismien hyväksyttävästä maksimimäärästä, kanavan pituudesta ja lähilisän määrästä.

KAAVA 10. Progressiokanavan leveys keskustasta mitaten

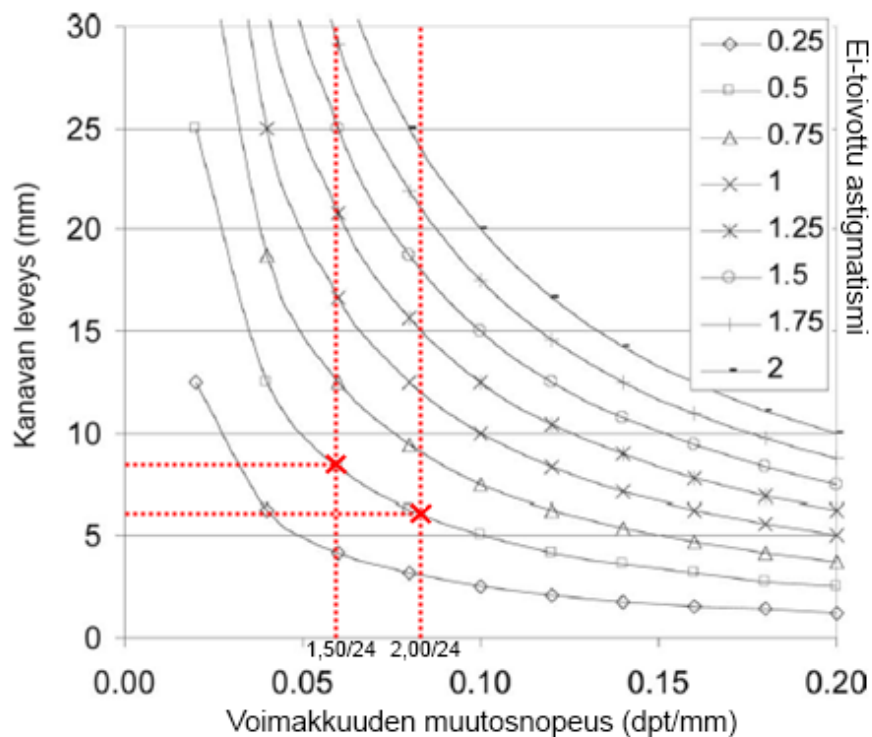
$$\Delta x = \frac{\Delta A \cdot \Delta y}{2 \cdot \Delta M}, \text{ missä}$$

ΔA = astigmaattisuuden muutos

Δx = etäisyyden muutos vaakasuorassa suunnassa progressiokanavan keskustasta eli niin sanotusta napanuorasta

ΔM = sfäärisen ekvivalenttivoimakkuuden muutos

Δy = etäisyyden muutos pystysuorassa suunnassa progressiokanavaa pitkin kuljettaessa

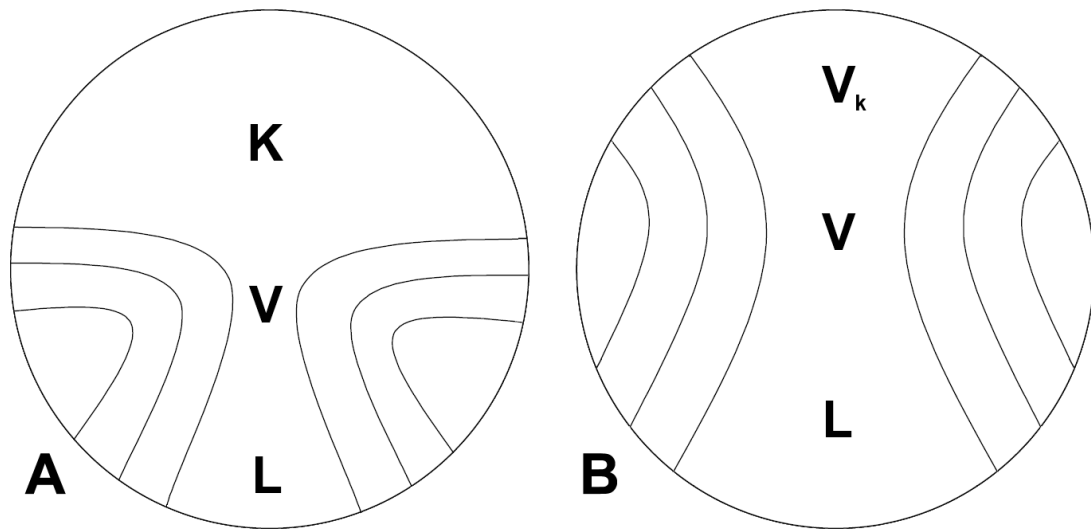


KUVIO 9. Minkwitzin lauseen mukaiset kanavanleveydet eri astigmaattisen kuvausvirheen määrillä voimakkuuden muutosnopeuden funktiona. Kuvioon on merkitty katkoviivoilla kahden vertailtavan degression arvot. Progressiokanava ($cyl < 0,50$) on kolmanneksen leveämpi pienemmän degression linssiparilla (ks. luku 7.4.1) (Mukaiillen Sheedy ym. 2005, 2)

Ergonomisissa linseissä osa lähilisästä on siirretty linssin yläosaan, jolloin kaukopiste siirtyy välinäköalueelle ja voimakkuusero linssin ylä- ja alaosan kesken pienenee. Käytännössä, kun tarvittavan lukulisän määrä vähenee ja linssin progressiokanavan pituus kasvaa, pienenevät myös linssin reuna-alueiden vääristymät. Vääristymät sijaitsevat myös ylempänä ja kauempana linssin keskilinjasta. Linssin reuna-alueiden vääristymien vähentyessä vääristymistä vapaiden näköalueiden koko luonnollisesti kasvaa. (Sheedy & Hardy 2005, 432 - 434, hakupäivä 2.2.2012; Salomaa 2011, 29; Jalie 2003, 162.) Tästä on hyötyä etenkin näyttöpäätetyöskentelyssä.

Ergonomiset linssit on suunniteltu lähi- ja välialueille katseluun, jolloin vääristymäalueet voidaan linssin pinnanmuodolla jakaa tasaisemmin reuna-alueille linssin koko matkalta, kun leveää kaukoaluetta ei tarvita. Ergonomisten linssien voimakkuuden muutos ei ole myöskään yhtä voimakas kuin yleismoniteholinseillä, mikä omalta osaltaan vaikuttaa reuna-alueiden vääristymien vähe-

nemiseen. (Sheedy & Hardy 2005, 432 - 433, hakupäivä 2.2.2012.) Kuviossa 10 on esitetty yleismonitehojen ja ergonomisten linssien reunavääristymien ja näköalueiden teoreettiset eroavaisuudet.



KUVIO 10. Yleismoniteholinssi (A) ja syväterävä linssi (B). K = kaukokatselualue, V_k = väli-/kaukoalue, V = välietäisyyksien alue progressiokanavassa, L = lähikatselualue (Mukaiillen Sheedy & Hardy 2005, 433, hakupäivä 2.2.2012)

Kun tarkastelun lähtökohdaksi otetaan lähinäkövoimakkuus, progressiivisen linssin voimakkuus vähenee siirryttäessä linssin lähialueelta kaukoalueelle, kutsutaan voimakkuuden muutosta degressioksi (Jalie 2003, 162). Esimerkiksi progressiivinen linssi, jonka lähilisä on +2,25 dioptriaa, voidaan määritellä myös lähilinsinä, jonka degressio lähivoimakkuudesta kaukovoimakkuuteen on -2,25 dioptriaa.

Moniteholinsseihin liittyvissä termeissä progressio ja degressio ovat teknisesti sama asia. Siten molemmissa on kyse linssin voimakkuuden muutoksesta tietyllä linssin alueella. Progressio tarkoittaa linssivoimakkuuden kasvua siirryttäessä linssin kaukoalueelta alas, degressio puolestaan voimakkuuden heikkenemistä siirryttäessä vastakkaiseen suuntaan lähivoimakkuusalueelta ylös. Linssivoimakkuuden muutos tapahtuu aina niin sanotun välialueen tai (progressio)kanavan alueella, minkä vuoksi sekä progressiivisissa että degressiivisissä linseissä on molemmissa progressiokanava. Voidaankin sanoa, että progressiossa ja degressiossa on lopulta kyse samasta asiasta eli linssin voimakkuuden muutoksesta toisistaan poikkeavalla tavalla ilmaistuna.

Ergonomisia silmälaseja suositellaan yleensä niiden näköergonomiaa parantavien vaikutusten vuoksi (Vesanto 2012, 6 - 8.). Aiheeseen liittyvissä tutkimuksissa on saatu myös selkeää näyttöä positiivisista tuloksista, kuten CVS-oireiden (näyttöpäätetyön aiheuttama näköstressi) määrän vähenemisestä (Työterveyslaitos 2011a, 20 - 21, hakupäivä 17.12.2011; Vuorenmaa 2010, 29). Nykyään tyypillinen näyttöpäätteen katseluetäisyys on noin 70 - 80 senttimetriä (ks. luku 4.1). Tämä vastaa suunnilleen 1,25 dioptrian akkommodaatiotarvetta, mikä on noin puolet tai hieman enemmän lähiläsän tarpeesta. Eri valmistajien ergonomisissa linssissä on kuitenkin eroja, jos niitä verrataan toisiinsa. Jokaisessa ergonomisessa linssissä on täysi lähivoimakkuus linssin ala- osassa, mutta degression määrä sekä siten myös kaukoetäisyys, jolle linssillä nähdään tarkasti, vaihtelevat. Vaihtelu johtuu pääasiassa linssien oletetuista käyttötarkoituksista. Esimerkiksi linssissä, joissa linssin yläosassa on pieni, täyskorjattu kaukoalue (niin sanotut toimistomonitehot), degression määrän on oltava hyvin lähellä tai sama kuin lähiläsän määrä. Suuremman voimakkuuden muutoksen seurauksena linssin progressiokanavan käyttökelpoisen näkemisen leveys kaventuu, koska linssin reuna-alueiden optiset vääristymät (etenkin astigmatismi) lisääntyvät. Vastaavasti, jos linssin degressio on pienempi kuin lähiläsän määrä, linssillä ei näe kovin kauas, koska osa lähiläsän voimakkuudesta jää linssin kaukoalueelle (niin sanotut syväterävät linssit). Siten lähiläsää pienemmän degression vuoksi kaukoalueen voimakkuus ei ole täyskorjattu. Toisaalta pienemmän voimakkuuden muutoksen seurauksena linssin progressiokanava jää leveämmäksi, koska reuna-alueiden vääristymät eivät ole niin voimakkaat. (Sheedy & Hardy 2005, 439 - 440, hakupäivä 2.2.2012.)

Ergonomisissa linssissä myös optisten vääristymien sijaintipaikka vaihtelee valmistajasta riippuen: Toiset jakavat vääristymät linssin yläosaan, jolloin progressiokanava ja linssin lähialue jäävät leveiksi. Tästä on hyötyä etenkin tietokoneen näytölle katsottaessa. Toiset valmistajat puolestaan jakavat optiset vääristymät linssin alaosaan ja niin sanotulle välietäisyyden alueelle, jolloin linssin progressiokanava ja lähialue kaventuvat. Ratkaisusta on hyötyä työtehtävissä, joissa täytyy nähdä yksityiskohtia sekä läheltä että kaukaa, esimerkiksi pörssimeklari. (Sheedy & Hardy 2005, 439 - 440, hakupäivä 2.2.2012.)

3.2 Silmälasilinssien kuvausvirheet

Edellä luvussa 2.3 olemme pääpiirteittäin käsitelleet näköalueen. Se antaa käsityksen ihmisen näkemän alueen laajuudesta, kun pään asento on kiinnitetty eli päätä ei voi kääntää nähtävän alueen laajentamiseksi, vaan pelkästään silmien liikkuttaminen on mahdollista. Silmälasilinssien kuvausvirheet kuuluvat olennaisesti linssien optikkaan, mutta ne liittyvät myös ihmisen näköalueen käsitteeseen. Kuvausvirheet kaventavat etenkin progressiivisilla linsseillä saavutettavien, optisesti hyvänlaatuisten näköalueiden leveyttä. Essilorin mukaan reuna-alueiden optisten kuvausvirheiden suuruus ei varsinaisesti häiritse näkemistä, vaan pikemminkin häiritsevyyys on yhteydessä kuvausvirheiden muutosnopeuteen (Kaseva 1993, 4).

Tutkimuksemme kannalta ihmisen näköalue tai linssien kuvausvirheet eivät ole kuitenkaan keskeisin osa-alue, minkä vuoksi niiden käsittely raapaisee lähinnä aiheiden pintaa. Yksityiskohtaisempaa tietoa ihmisen näköalueesta ja näkökentistä löytyy muun muassa julkaisusta Henson, D. B.: *Visual Fields* (Butterworth-Heinemann, 2000). Linssivääristymistä kiinnostuneiden kannattaa tutustua alan perusteoksiin Fincham, W. H. A. & Freeman, M. H.: *Optics* (Butterworths, 1974) sekä Mo Jalie: *Ophthalmic Lenses & Dispensing* (Second Edition, Butterworth-Heinemann, Elsevier Science, 2003).

Ihanteellisessa tilanteessa silmälasilinssi muodostaa tietyn kohteen kuvan siten, että jokainen kohteen piste kuvautuu verkkokalvolle yhdeksi vastinpisteeksi tai vähintään tarpeeksi pieneksi hajontaympyräksi (Fincham & Freeman 1974, 406). Hajontaympyrällä tarkoitetaan aluetta, joka syntyy valon aaltoluonteen vuoksi valonsädekimpun kulkiessa pienen aukon, kuten pupillin, läpi ja sen taittuessa pisteen sijaan suuremmalle, ympyrän muotoiselle alueelle (Millodot 1997, 68). Ihanteellisessa tilanteessa linssin muodostaman kohteen kuva myös näyttää samanlaiselta kuin fyysinen kohde, jota kuva jäljittelee (Fincham & Freeman 1974, 406).

Silmälasilinssi asetetaan silmän eteen siten, että linssin optinen akseli eli linssin keskipisteen kautta kulkeva linja yhtyy silmän näköakseliin eli verkkokalvon foveolaan kulkevan linjan kanssa (Jalien 2003, 27; Millodot 1997, 26). Silmälasilinssin muodostama kuva kuitenkin kärsii aina erilaisista kuvausvirheistä, eikä kuvan optinen laatu ole yhtä hyvä sekä linssin optisella akselilla että sen ulkopuolella. Siten kuvausvirheet ja niiden eliminointi on tärkeä optiikan osa-alue. (Fincham & Freeman 1974, 406; Jalie 2003, 27.)

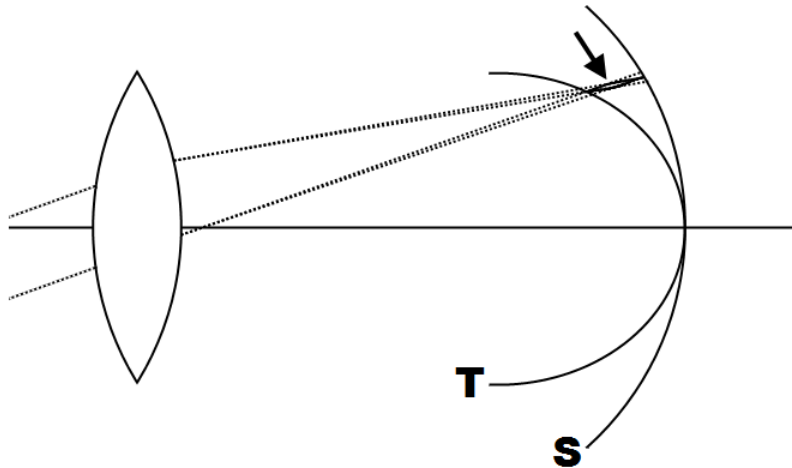
Silmäläsilinssien kannalta merkittävät kuvausvirheet ovat Jalien (2003, 27) mukaan seuraavat:

- Kromaattinen aberraatio eli väripoikkeama (engl. transverse chromatic aberration, TCA)
- Vinon sädekimpun astigmatismi (engl. oblique astigmatism)
- Kuvatason kaareuma (engl. curvature of the field)
- Vääristymä (engl. distortion)

Edellä mainituista kuvausvirheistä vinon sädekimpun astigmatismi ja vääristymä ovat opinnäytetyötutkimuksemme kannalta oleelliset, minkä vuoksi käsittelemme niitä hieman tarkemmin luvuissa 3.2.1 ja 3.2.2. Väripoikkeamalla ei ole juuri merkitystä Office PD -linssissä, joiden materiaalin taitekerroin on suurimmillaan 1.6. Tällöin linssin Abben luku (silmäläsilinssissä materiaalin väripoikkeaman määrää kuvaava suure) on 42, eikä väripoikkeamalla ole merkitystä. (Piiloset by Finnsusp Oy 2012a.) Kuvatason kaareuma puolestaan riippuu linssimateriaalin taitekertoimesta sekä linssipinnan kaarevuudesta. Kyseinen kuvausvirhe esiintyy myös silmän omassa linssijärjestelmässä, mutta verkkokalvon luontainen kaarevuus kompensoi syntyvää virhettä. Myös silmälasilinssin vinon sädekimpun astigmatismista aiheutuvan kuvausvirheen korjaaminen pienentää kuvatason kaareuman vaikutusta. (Elkington ym. 1999, 98; Jalie 2003, 29.)

3.2.1 Vinon sädekimpun astigmatismi

Astigmaattisesta taittovirheestä silmässä kerroimme lyhyesti luvussa 2.1. Vinon sädekimpun astigmatismi (ks. kuvio 11) on puolestaan silmälasilinssin kuvausvirhe, joka voidaan määrittellä seuraavasti. Kun valonsädekimppu osuu pallopintaiseen linssiin vinossa suunnassa, sädekimpun vaaka- ja pystysuoran tason valonsäteet eivät kohtaa samalla etäisyydellä eli polttopisteessä linssin takana. Näin syntyvät tangentialinen ja sagittaalinen kuvataso, jotka ovat toisiaan vastaan kohtisuorassa. Tangentialinen kuvan osa tarkentuu ennen sagittaalista, ja kuvatasojen välistä eroa kutsutaan astigmaattiseksi eroksi. Kuvatasojen välissä sijaitsee pienimmän hajonnan ympyrä, jonka sisällä kuvautuminen on tarkinta. (Fincham & Freeman 1974, 414 - 415; Fischer ym. 2008, 75 - 76.)



KUVIO 11. Vinon sädekimpun astigmatismi. *T*=tangentialinen kuvataso, *S*=sagittaalinen kuvataso, nuoli osoittaa pienimmän hajonnan ympyrän paikan (Mukaillen Elkington ym. 1999, 95)

Kuten edellä on mainittu, vinon sädekimpun astigmatismi ilmenee vinoilla katsesuunnilla, ja aiheuttaa kohteen näkymisen epätarkkana. Ergonomisissa linseissä kyseistä aberraatiota ei ole mahdollista välttää täysin. Linssin voimakkuus ja siten etäisyys, mihin linssillä nähdään tarkasti, muuttuu linssipinnalla portaattomasti; samalla katsesuunta poikkeaa vaakasuorasta linjasta sivuille ja alas, kun halutaan nähdä eri etäisyyksille silmiä liikuttamalla. Tällöin syntyy välttämättä pinnanmuodosta johtuvaa ei-toivottua astigmaattisuutta. (Elkington ym. 1999, 95; Jalie 2003, 29.)

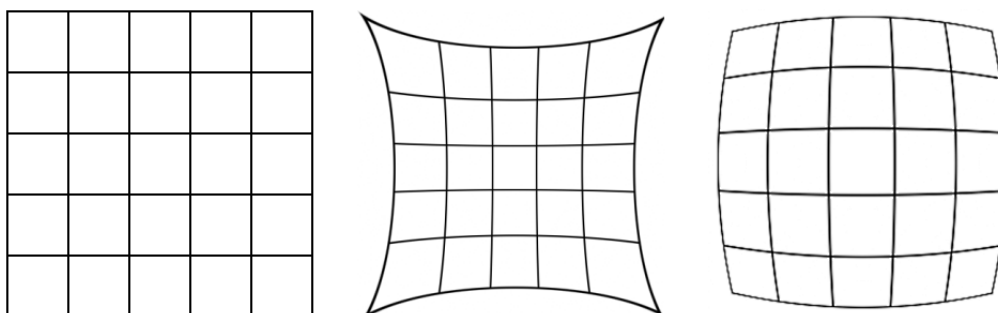
Progressiivisiin linseihin pystytään valmistamaan optisesti hyvälaatuinen alue, jonka läpi kohteet nähdään tarkkoina. Astigmaattisuutta voidaan vähentää muun muassa asfäärisellä pinnanmuodolla. Myös free-form -hiontatekniikan avulla progressiivisten linssien etu- ja takapinnan pintarakenteet pyritään valmistamaan siten, että pintojen yhteisvaikutus muokkaa tai siirtää astigmaattisuutta tai astigmaattisten alueiden sijaintia. Vaikka astigmaattisten alueiden sijaintia voidaan linsissä muuttaa, ei astigmaattisuuden kokonaismäärää ole välttämättä mahdollista vähentää. Siten tarkan näön alue aina välttämättä kaventuu jossain linssin osassa (vrt. ”hiekkalaatikkomalli”, kuvio 8, s. 31) (Jalie 2007, 36, hakupäivä 2.12.2011; Sheedy ym. 2005, 7, hakupäivä 23.1.2012; Elkington ym. 1999, 95; Jalie 2003, 29.)

3.2.2 Vääristymä

Kuvausvirheistä vääristymä vaikuttaa enemmän kuvan muotoon kuin sen terävyyteen. Vääristymä syntyy, koska linssin sfäärinen voimakkuus kasvaa linssin reuna-alueilla. Myös prismavaikutus reuna-alueilla lisääntyy, minkä seurauksena kuvaan syntyy epätasainen suurennos. (Jalie 2003, 30; Elkington ym. 1999, 97.)

Vääristymät voidaan jakaa sekä positiiviseen että negatiiviseen vääristymätyyppiin. Ensin mainitulla tarkoitetaan niin sanottua tynnyrivääristymää, joka syntyy miinuslinssillä. Tynnyrivääristymän seurauksena kuvapisteeet kuvan reunoilla ovat lähempänä toisiaan kuin kuvapisteeet kuvan keskellä. Voidaankin sanoa, että kuvan suurennos pienenee kuvan reunoja kohti mentäessä. Tästä johtuen tynnyrivääristymä vääristää kuvan muodon nimensä mukaisesti tynnyriä muistuttavaan muotoon. (Fincham & Freeman 1974, 419 - 420; Jalie 2003, 30.)

Negatiivinen vääristymä syntyy puolestaan pluslinssillä. Kyseistä kuvausvirhettä kutsutaan myös tynnyvääristymäksi, ja sen vaikutukset kuvaan ovat sukua tynnyrivääristymälle, vaikkakin suunnaltaan päinvastaiset. Tynnyvääristymän seurauksena kuvan suurennos kasvaa kuvan reunoja lähestyttäessä ja kuvan muoto vääristyy tynnymäiseksi. (Fincham & Freeman 1974, 420; Jalie 2003, 30.) Kuviossa 12 on esitetty ruudukkoa apuna käyttäen tynnyri- ja tynnyvääristymän vaikutus syntyvään kuvaan.



KUVIO 12, Tynnyri- ja tynnyrivääristymät verrattuna vääristymättömään kuvaan (Mukaillen Fincham & Freeman 1974, 419)

Tynnyri- ja tynnyvääristymät eivät ole merkittäviä pienillä linssivoimakkuuksilla. Linssivoimakkuuden lisäksi vääristymien syntyyn voidaan vaikuttaa sopivalla linssin pinnanmuodolla, esimerkiksi

suurilla plusvoimakkuuksilla asfäärinen linssi aiheuttaa vähemmän tyynyvääristymää kuin sfäärinen linssi. Pinnanmuoto vaikuttaa vääristymiin etenkin progressiivisissa linseissä, koska linssin voimakkuus on suurempi sen ala- kuin yläreunassa. Kun linssin voimakkuus kasvaa, myös sen suurennusvaikutus lisääntyy. Tämä aiheuttaa progressiokanavassa tyynymäisen vääristymän, minkä seurauksena suorat tasopinnat näyttävät kaarevilta. Tähän pystytään vaikuttamaan linssin pinnan oikeanlaisella muotoilulla. (Jalie 2003, 167 - 168.)

Yleisesti ergonomisten linssien kuvausvirheitä tarkasteltaessa on huomattava, että eri valmistajien ergonomiset linssit ovat hieman erilaisia. Linssien vääristymistä vapaiden näköalueiden koot riippuvat muun muassa degression määrästä sekä siitä, onko linssin yläreunaan suunniteltu esimerkiksi pieni alue myös kaukokatselua varten. Suurempi voimakkuuden muutos lisää Minkwitzin lauseen mukaan välttämättä astigmatismia progressiokanavan ulkopuolella, mikä puolestaan vaikuttaa linssin näköalueiden kokoon. (Sheedy & Hardy 2005, 438 - 440, hakupäivä 2.2.2012; Sheedy ym. 2005, 2, hakupäivä 23.1.2012.) Lisäksi, vaikka silmälasilinssistä korjattaisiin kaikki edellä mainitut kuvausvirheet, jää jäljelle aina niin sanottuja korkeamman asteen aberratioita — näköjärjestelmälle ominaisesta ”kohinasta” puhumattakaan. Näiden eliminoiminen kokonaan on hyvin vaikeaa tai jopa mahdotonta. Korkeamman asteen kuvausvirheet ovat kuitenkin melko lieviä ja niistä on haittaa lähinnä muissa linssijärjestelmien sovelluksissa kuin silmälasissa. Tällaisia ovat esimerkiksi mikroskoopit ja teleskoopit, joiden tuottaman kuvan kannalta korkeamman asteen kuvausvirheiden korjaaminen on välttämätöntä. (Fincham & Freeman 1974, 407 - 408.)

3.3 Linssien mitoitus

Silmälasilinssien mitoitus oikein ja tämän perusteella tehtävä linssien asennus kehykseen on tärkeää optisesti parhaan näkövaikutelman saavuttamiseksi (Korja, 26). Silmäteräväli eli mustuaisväli (engl. (inter)pupillary distance, PD) tarkoittaa pupillien keskipisteiden välistä etäisyyttä, kun katse on suunnattu kauas (Millodot 1997, 73). Silmäteräväli kauas eli niin sanottu kauko-pd, on yksi oleellisimmista linssien asennukseen liittyvistä mitoista, koska sitä käytetään linssien keskiövälän määrittämiseen. Yleensä keskiöväli kauas on sama kuin silmäteräväli kauas. Keskiövälimitan avulla linssit pystytään asentamaan kehykseen oikealla tavalla siten, että linssien optiset keskipisteet asettuvat kohdakkain silmien katselinjan kanssa. Toinen tärkeä mitta etenkin voimakkaissa yksiteholinseissä sekä progressiivisissa linseissä on silmäteräkorkeus (engl. ocular center height). Tämä on matka kehysaukon alareunasta (kehyksen linssiaucon urasyvyys huomioi-

den) pupillin keskelle silmäterävälän kohdalla mitattuna. Silmäteräkorkeutta käytetään linssin asennuskorkeuden määrittämiseen. (Korja, 26, 28; Wooton 2003, 49.)

Silmäteräväli mitataan yleensä pupillometrillä, joka on tarkoitusta varten suunniteltu laite. Mittaaminen onnistuu esimerkiksi myös tähän tarkoitettuun viivaimella, niin sanotulla pd-tikulla, jolla myös silmäteräkorkeuden mittaaminen on mahdollista. (Korja, 26.) Edellä mainittujen lisäksi linsien tarvittavat asennusmitat voidaan mitata tätä tarkoitusta varten kehitetyillä, kokonaisvaltaisilla ratkaisuilla, kuten Essilorin Visiooffice-laitteistolla (Essilor 2008, 14, hakupäivä 27.2.2012).

Mitoituksia tehdessä on syytä kiinnittää huomiota myös kehysten hyvään istuvuuteen kasvoilla, jotta mitoitukset onnistuvat järkeästi. Jos silmäterävälän ja -korkeuden mitat poikkeavat todellisista arvoistaan, vaikuttavat nämä kehysväli- ja asennuskorkeus-mittaan, eikä katselinja tällöin kulje linssin optisen keskipisteen kautta, kun linssit asennetaan kehykseen. Yksiteholinsseillä tämä aiheuttaa muun muassa ei-toivottuja prismavaikutuksia, jotka vaikeuttavat näkemistä ja voivat esimerkiksi johtaa kaksoiskuviin. (Jalie 2003, 40, 45.) Myös progressiivisilla linseillä väärästä mitoituksesta seuraa ongelmia: Kun katselinja ei kulje tätä varten suunnitellun alueen lävitse, eivät optiset vääristymät ole enää minimissään eikä kuvautuminen siten parasta mahdollista (ks. silmälasilinssien kuvausvirheet luku 3.2). Tämä luonnollisesti heikentää syntyvää näkövaikutelmaa. Myös linssin progressiokanavan löytäminen saattaa linssien väärän mitoituksen ja siten myös väärän asennuksen seurauksena vaikeutua. (Korja, 28 - 29.)

Silmälasilinssien asennusten oikeellisuutta pyritään kontrolloimaan muun muassa säädetyillä asennustoleransseilla. Esimerkiksi progressiivisilla linseillä keskiövälän suurin sallittu poikkeama on enintään 0,5 millimetriä linssiä kohden. Myös asennuskorkeus saa progressiivisilla linseillä poiketa enintään 0,5 millimetriä linssiä kohden. (Optisen Alan Tiedostuskeskus 2005, 1, hakupäivä 21.2.2012.) Asennustoleransseja ja niiden ylityksestä aiheutuvia subjektiivisia kokemuksia yksitehosilmälaseilla ovat opinnäytetyötutkimuksessaan käsitelleet muun muassa Hämäläinen & Salo (2003). Heidän mukaansa tutkimuksessa mitatuista, käytössä olevista yksitehosilmälaseista (n = 80) 40 prosentissa oli horisontaalisuuntainen toleranssirajan ylitys. Vertikaalisuuntainen toleranssirajan ylitys oli 6,3 prosentissa mitatuista silmälasipareista. (Hämäläinen & Salo 2003, 58, 60.) Sallitut toleranssipoikkeamat horisontaali- ja vertikaalisuunnassa ovat Optisen Alan Tiedostuskeskuksen (2005) uusimpien asennustoleranssitaulukoiden sekä Hämäläisen ja Salon (2003) tutkimuksessaan käyttämien taulukoiden osalta samat. Hämäläisen ja Salon tutkimusta ei kui-

teknikaan voi yleistää koskemaan progressiivisia linssejä, koska he käsittelivät yksitehosilmälaseja. Voidaan kuitenkin todeta, että toleranssien ylityksiä eli virheellisiä asennuksia tapahtuu.

Yksitehosilmälasien asennustoleranssien ylitykset aiheuttivat Hämmäläisen ja Salon mukaan muun muassa ongelmia katseen tarkentamisessa eri etäisyyksille, huimausta ja kauas katselun epätarkkuutta. Päänsärky oli selkeästi yleisin ilmoitettu oire, mutta sitä ei voitu tutkimuksessa täysin luotettavasti yhdistää toleranssiylityksiin, sillä päänsärkyyn saattoi olla myös muita syitä. (Hämmäläinen & Salo 2003, 69 - 71.)

3.4 Linssinvalmistustekniikat

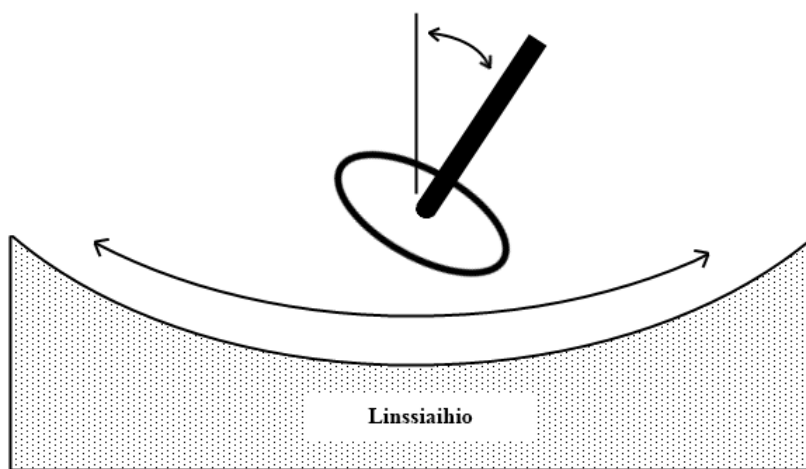
Linssien valmistus erilaisilla pintahiontamenetelmillä (engl. surfacing) on yleisin linssinvalmistustapa, jos ei oteta lukuun muun muassa yksiteholinssien massatuotannossa käytettävää valumenetelmää. Linssien pintahiontamenetelmät voidaan Wilkinsonin (2006, 38 - 39, hakupäivä 30.1.2012) mukaan jakaa seuraavasti kolmeen luokkaan linssiainion käsittelyprosessin vaiheista ja käytettävästä tekniikasta riippuen:

- Raakahionta (engl. rough grind)
- Generointi (engl. generate)
- Leikkaus (engl. cut)

Ensimmäisenä mainittu (raakahionta) on linssin pintahiontamenetelmistä vanhin ja karkein. Se perustuu vaappuvan hiertotyökalun käyttämiseen. Linssiainio asetetaan pyörivälle alustalle ja hiertotyökalulla valmistetaan kaareva linssin pinta. Menetelmä sisältää monta vaihetta, joissa jokaisessa käytetään yhä hienompaa ja hienompaa työkalua. Siten linssimateriaalia hiotaan pois linssin pinnasta sitä vähemmän mitä myöhempi prosessin vaihe on kyseessä. Näihin kuuluvat myös linssin pinnan hienohionta- ja kiillotusvaiheet. Raakahionta-menetelmä sopii parhaiten lasilinssien massatuotantoon, sillä linssejä voidaan valmistaa kerrallaan useita sarjoissa. Vaadittava laitteisto on myös kallis. (Wilkinson 2006, 39, hakupäivä 30.1.2012.)

Generointi-menetelmässä kupin muotoisella, pyörivällä leikkurilla jyrsitään (eli "generoidaan", menetelmän generointi-vaihe) linssin pinnanmuoto. Leikkuri on kiinnitetty heiluvaan varteeseen, jota voidaan myös kallistaa (ks. kuvio 13). Leikkurin heiluvan liikkeen ja kallistuskulman seurauksena

sekä sfääristen että tooristen linssin pinnanmuotojen tuottaminen on mahdollista. Menetelmän generointi-vaihetta seuraavat hienohionta- ja kiillotusvaiheet, joissa jokaista eri linssin kaarevuutta varten tarvitaan oma työkalunsa. Toisaalta käytettäessä kupin muotoista pyörivää leikkuria, ei generointi-menetelmällä voi valmistaa monimutkaisempia pinnanmuotoja kuin sfäärisiä tai ulko-toorisia linssin pinnanmuotoja. Siten menetelmää voidaan kutsua niin sanotuksi perinteiseksi linssinvalmistusmenetelmäksi. Ja toisin kuin raakahionta, soveltuu generointi myös määrältään pienempien linssierien (Rx-hionta) valmistamiseen. (Wilkinson 2006, 39 - 40, hakupäivä 30.1.2012.)



KUVIO 13. Linssinvalmistus generointimenetelmällä (Mukailten Wilkinson 2006, 39, hakupäivä 30.1.2012)

Viimeinen edellä mainittu menetelmä (leikkaus) viittaa linssin pinnanmuodon leikkaamiseen timanttisella leikkurilla (engl. single point cutter). Aikaisempiin menetelmiin (raakahionta ja generointi) verrattuna timanttinen leikkuri leikkaa linssin pintaa ainoastaan yhdestä pistemäisestä kohdasta kerrallaan, kun muut mainitut menetelmät hiovat samalla kertaa linssin pinnasta suurempia alueita tai kulmia. Kun timanttista leikkuria kontrolloidaan tarkasti kolmiulotteisesti toimivalla tietokoneohjauksella ja linssin kiillotuksessa käytetään muun muassa kemikaaleja ja rumpu-menetelmää, kutsutaan tätä free-form -linssinvalmistustekniikaksi. (Wilkinson 2006, 41, hakupäivä 30.1.2012.)

Kuten mainittu, linssien valmistus perinteisillä menetelmillä tarkoittaa, että koneellisesti ainoastaan sfääristen tai tooristen pinnanmuotojen tuottaminen on mahdollista (Fowler 2008, 2, haku-

päivä 19.11.2011; Wilkinson 2006, 41, hakupäivä 30.1.2012). Progressiivisissa linsseissä tämä johtaa puolivalmiiden linssiaihioiden käyttämiseen: linssin etupinta on valmistettu tietyn peruskaarevuuden mukaan. Etupinnalla on valmiina myös progressiivinen alue sekä lähiläsän määrä. Myöhemmin linssiaihiot työstetään valmiiksi hiomalla sen takapinnalle tarvittava sfäärinen- ja sylinterivoimakkuus eli määritelty kaukokorjaus, jotta lopputulos olisi silmälasimääräyksen mukainen. (Gordon & Benjamin 2006, 1128.)

Linssivalmistajat pystyvät tuottamaan linssejä taloudellisesti järkevästi ainoastaan, jos linssien erilaisten peruskaarevuuksien määrä on rajattu. Tästä johtuen, kun progressiiviset linssit valmistetaan edellä kuvatulla tavalla, linssien etupinnan peruskaarevuuden vaihtoehdot määräytyvät portaittain. Peruskaarevuuden rajatuista vaihtoehdoista huolimatta haluttu linssivoimakkuus saavutetaan linssin takapinnan sopivalla hionnalla. Ongelmana kuitenkin on, että enää lopputulos ei ole välttämättä ihanteellisin, koska linssin optinen rakenne poikkeaa parhaasta mahdollisesta etupinnan rajattujen peruskaarevuusvaihtoehtojen vuoksi. (Fowler 2008, 2, hakupäivä 19.11.2011.)

Free form -linssinvalmistustekniikka eroaa edellä mainitusta menetelmästä muun muassa siten, että progressiokanava on mahdollista hioa myös linssin takapinnalle. Perinteisillä linssinvalmistusmenetelmillä progressiivinen alue pystytään tekemään ainoastaan linssin etupinnalle. Free form -tekniikalla valmistettujen progressiivisten linssien rakenne mahdollistaa leveämmät näköalueet kuin mitä perinteisillä valmistusmenetelmillä on mahdollista saavuttaa. Tämä tarkoittaa, että linssien reuna-alueiden vääristymät vähenevät. (Gordon & Benjamin 2006, 1128 - 1129.)

Free-form -linssipinta on epäsäännöllisen muotoinen, eikä sitä ole yleensä mahdollista määritellä matemaattisen yhtälön avulla. Tämän vuoksi pinta on kuvattavissa ainoastaan numeerisesti tuhansien pisteiden joukkona. Pistejoukon jokainen piste käsittää pysty- ja vaakasuuntaa kuvaavat x- ja y-koordinaatit sekä syvyyssuorittavuuden ilmaisevan z-koordinaatin. (Jalie 2007, 30, hakupäivä 2.12.2011.) Kun linssin pinta määritellään pistejoukkona, sen ei tarvitse olla pyörähdyspintaisesti symmetrinen. Tästä on hyötyä etenkin progressiivisissa linsseissä, koska muun muassa linssin progressiokanavan ympäristöön syntyvien kuvavirheiden hallinta onnistuu paremmin. Mainittujen pinnanmuotojen valmistaminen ei onnistu perinteisin menetelmin. (Fowler 2008, 2, hakupäivä 19.11.2011; Jalie 2007, 30, hakupäivä 2.12.2011).

Free-form -tekniikalla jokaiselle asiakkaalle kyetään valmistamaan erikseen räätälöidyt, niin sanottu yksilölliset linssit (Jalie 2007, 30, hakupäivä 2.12.2011). Esimerkiksi progressiivisissa linssissä tämä tarkoittaa, että linssit pystytään valmistamaan jokaista asiakasta varten heidän yksilöllisten mittauserojensa mukaan (Gordon & Benjamin 2006, 1129). Mittausparametreja voivat olla linssityypistä riippuen muun muassa pintaväli, pantoskooppinen kulma, sekä silmälasikehyksen etuosan kaarevuus. Mitat otetaan, kun kehys on ensiksi taivuteltu asiakkaan kasvoille sopivaksi. (Gordon & Benjamin 2006, 1129; Wooton 2003, 38, 40.)

3.5 Piiliset Office Personal Design -työnäkölinsin esittely

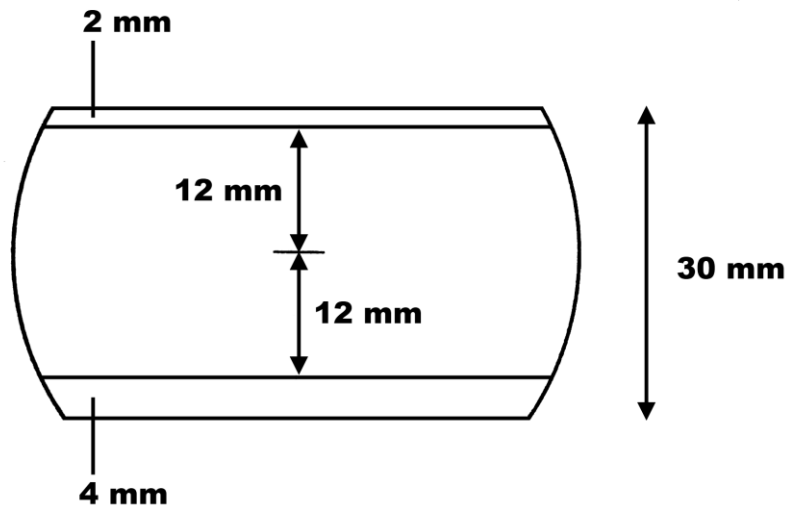
Piiliset Office PD -linssi on yksilöllinen työnäkölinssi. Linssi on tarkoitettu toimistokäyttöön ja se valmistetaan free-form -hiontatekniikalla (hiontatekniikoista olemme kertoneet edellisessä luvussa 3.4). Linssin valmistuksessa huomioidaan tarvittava voimakkuus, asennuskorkeus, PD ja kehysaukon muoto. Perusvalikoimassa linssin degressiot eli lukualueen vähenemät ovat -1,00, -1,50 ja -2,00 dioptriaa. Valittavana on joko normaalisisovitus toimistokäyttöön tai lukulasisisovitus (ks. kuvio 14). Erikoistapauksissa linssin lähivoimakkuuden muuttuminen välialueelle (degressio) on valittavissa myös vapaasti 0,25 dioptrian välein. (Piiliset by Finnsusp Oy 2012a.) Toisaalta degressiota ei ole järkevää valita liian pieneksi, sillä pienillä degressioilla myös syvyysuuntainen näköalue jää lyhyeksi (Luukkonen 2012).

Toimistokäyttö eli normaalisisovitus	Lukulasisisovitus
<ul style="list-style-type: none"> • degressio = ADD • kaukoalue löytyy leukaa hieman laskemalla • päätevoimakkuus suoraan edessä • sovitetaan pupillin keskelle • soveltuu lähityöhön, jossa on rajoitettu kaukonäön tarve, esim. pääte-, asiakaspalvelu- tai neuvottelukäyttöön 	<ul style="list-style-type: none"> • degressio pienempi kuin ADD --> erotus jää yläosaan ADD:ksi • ei kaukolasi • sovitetaan pupillin keskelle • soveltuu lähityöhön, jossa on rajallinen liikkumistarve (riippuu ADDin ja degression suhteesta) ja lähityöhön, jossa ei ole tarvetta jatkuvaan kaukonäkemiseen

KUVIO 14. Piiliset Office PD -linssin sovitusvaihtoehdot (Piiliset by Finnsusp Oy 2012c)

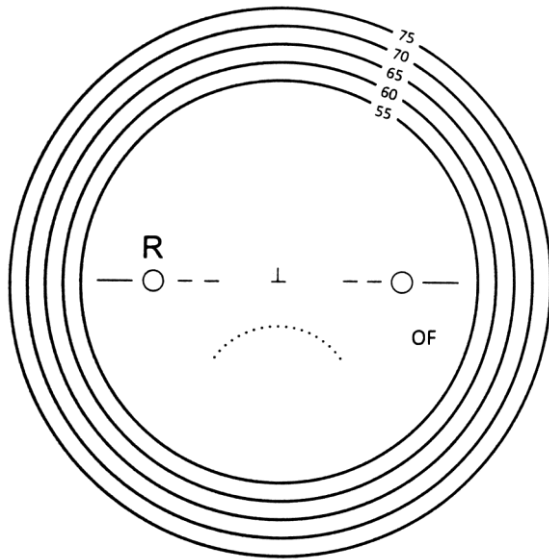
Office PD -linssin asennusristi, joka sijoitetaan asennuksessa pupillin keskelle, sijaitsee linssin geometrisessa keskipisteessä. Täysi lukuvoimakkuus saavutetaan tästä 12 millimetristä alaspäin, ja täysi degressio 12 millimetriä ylöspäin. (Piiliset by Finnsusp Oy 2012a; Piiliset by Finnsusp

Oy 2011.) Office PD -linssin progressiokanavan pituus on aina sama (24 mm) (Luukkonen 2012). Linssin minimiasennuskorkeus on 16 millimetriä, kehysaukon korkeuden on oltava vähintään 30 millimetriä. Mustuaisaukon kohdalla on 50 prosenttia linssin degressiosta (ks. kuvio 15). (Piiliset by Finnsusp Oy 2011.)



KUVIO 15. Office PD -linssin degression jakautuminen ja kehysaukon minimikoko. Täysi lukuvoimakkuusalue on kuviossa 4 millimetriä ja täysi kaukovoimakkuusalue 2 millimetriä korkea

Office PD -linssi asennetaan kehykseen siten, että silmälasien keskiöväliksi tulee yleensä PD - 2 millimetriä (pääsääntöisestä katselukulmasta riippuen). Office PD -linssin asennuskaavio on esitetty kuviossa 16. Linssi tilataan lähivoimakkuudella. Samalla ilmoitetaan tarvittavan degression määrä. (Piiliset by Finnsusp Oy 2012a.) Esimerkiksi, jos refraktio on SF +1,00 ADD 2,25 ja haluttu degressio -2,25, on tilattava Office PD -linssi voimakkuudeltaan +3,25 dioptriaa ja degressio -2,25 dioptriaa, toisin sanoen toimitettavan linssin voimakkuus on SF +1,00 ADD 2,25. Vaikka näin tilattu linssi on voimakkuuksiltaan yleismonitehon kaltainen, eroaa linssi yleismonitehosta pintarakenteeltaan, joka on yleismonitehoja pehmeämpi. Myös linssin kaukoalue on kooltaan pienempi ja sijaitsee ylempänä kuin yleismonitehoissa. Tällöin asennusristin kohdalla on vain 50 % degressiosta (ks. kuvio 15). Yleismonitehoissa voimakkuuden muutos alkaa yleensä vasta asennusristin kohdalta, joka asennusohjeiden mukaan mitoitetaan tavallisesti pupillin keskelle tai alareunaan. Yleismonitehoissa asennusristin kohdalla on täysi kaukovoimakkuus, toisin kuin Office PD -linssissä.



KUVIO 16. Office PD -linssin asennuskaavio (Mukaillen Office PD -linssin asennuskaavio 2012)

Office PD -linssiä saa sekä taitekertoimilla 1.5 että 1.6 (Piilokset by Finnsusp Oy 2012a). Linssin etupinta on sfäärinen ja peruskaarevuudet ovat valittavissa väliltä 0,50 - 10,00. Yleisimmin käytetyt peruskaarevuudet ovat välillä 4,00 - 6,00. Office PD -linssien voimakkuuden muutos (progresiokanava) hiotaan linssin takapinnalle. Office PD -linssiin voidaan valita pinnoitteiksi joko pelkästään kovapinta tai vaihtoehtoisesti sekä kova- että heijastuksenestopinta (Luukkonen 2012.) Tässä tutkimuksessa käytetyt linssit pinnoitettiin sekä kova- että heijastuksenestopinnalla. Seuraavassa taulukossa 2 on esitetty Office PD -linssien saatavuusalueet.

TAULUKKO 2. Office PD -linssien saatavuusalueet (Mukaillen Piilokset by Finnsusp Oy 2012a)

Taitekerroin (n)	Halkaisija (mm)	Voimakkuus (dpt)
1.5	55 - 75	+6,00 ... -5,00
1.6	55 - 75	+7,00 ... -6,50

4 NÄKÖERGONOMIA TOIMISTO- JA ASIAKASPALVELUTYÖSSÄ

Ergonomia on tieteenala, joka tutkii ihmisen ja työjärjestelmän muiden osien (esimerkiksi tietokoneet) välistä vuorovaikutusta. Ergonomian kaksi pääkategoriaa ovat teollisuus- ja toimistoergonomia (Anshel 1998, 15). Ergonomia on osaamisalue, joka soveltaa teoriaa, periaatteita, tietoja ja menetelmiä suunnitteluun ihmisen hyvinvoinnin ja työjärjestelmän kokonaissuorituskyvyn optimoimiseksi (Launis & Lehtelä 2011, 20). Tässä luvussa tarkastelemme toimisto- ja asiakaspalveluympäristöjen näköergonomiaa ikänäköisen työntekijän kannalta.

Suomalainen työväestö on vanhentunut ja entistä useampi ikänäköinen työskentelee näyttöpäätteellä. Tilastokeskuksen (2009, hakupäivä 18.2.2012) väestöennusteen mukaan Suomessa on työkäisiä ikänäköisiä (45 - 64-vuotiaat) vuonna 2012 noin 1,5 miljoonaa. Määrän ennustetaan laskevan ja vakiintuvan noin 1,4 miljoonan tasolle vuoteen 2019 mennessä. Tietokoneita käytetään nykyään kaikissa vähintään kymmenen henkilöä työllistävissä yrityksissä. Vuonna 2011 kaikkien yritysten yhteenlasketusta henkilöstöstä lähes kolme neljästä käytti tietokonetta työssään. (Tilastokeskus 2009, hakupäivä 18.2.2012; Tilastokeskus 2011, hakupäivä 18.2.2012; Tilastokeskus 2012, hakupäivä 18.2.2012.)

Esittelimme erilaisia ikänäön korjausmahdollisuuksia luvussa 3.1. Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus vertailla ergonomisia erityistyölaseja asiakaspalvelukäytössä kahdella erisuuruisella degressiolla. Työterveyslaitoksen tutkimus (2011) sivuaa aihetta. Tutkimuksessa ikänäköiset koehenkilöt vertailivat tavallisia moniteholaseja ja syväteräviä erityistyölaseja toisiinsa näyttöpäätetyössä. Tutkimukseen osallistui 24 pääasiassa näyttöpäätetyötä tekevää toimihenkilöä, joiden taittovirhe oli vähemmän kuin 4 dioptriaa. Osallistujat olivat 54 - 64 vuotiaita ja lähes kaikkien lähilissä yleislaseissa oli 2,25, vaihteluvälin ollessa 1,75 - 2,50. Syväterävien erityistyölasien degressioiksi valittiin joko 1,30 tai 0,80 dioptriaa. Tutkimuksessa mitattiin muun muassa lukunopeutta ja rekisteröitiin silmien ja pään liikkeitä näyttöpäätteeltä luettaessa. Tutkimuksessa tuli esille, että ikänäköisten näyttöpäätetyö erityistyölasilla tehtynä sisälsi tavallisia moniteholaseja vähemmän näkemiseen ja sitä kautta työasentoihin vaikuttavia kuormitustekijöitä verrattaessa tavallisilla moniteholaseilla työskentelemiseen. On kuitenkin huomioitava, että kukaan tutkimukseen osallistujista ei ilmoittanut erityistä kauas näkemisen tarvetta. Katseluetäisyydet olivat välillä 45 - 100 senttimetriä. (Työterveyslaitos 2011a, 2 - 4, 20 - 21, hakupäivä 17.12.2011.)

4.1 Työpisteiden järjestäminen

Ergonomian määritelmän mukaan työpisteet on järjestettävä ihmisen psyykkisiä ja fyysisiä ominaisuuksia ja tarpeita vastaaviksi (Seppälä 2011, 39). Kun ergonomiaa sovelletaan uuden suunnitteluun, ovat yleisperiaatteet, suunnitteluohjeet ja aikaisemmat kokemukset lähtökohtana. Tavallisempaa ergonomian soveltamista on kuitenkin niin sanottu korjaava ergonomia, jossa korjataan havaitut puutteet ympäristössä tai toiminnassa. (Launis & Lehtelä 2011, 31).

Hyvä työpiste on työtehtävää tukeva, kaikille työntekijöilleen sopiva, turvallinen, terveellinen ja toimiva. Hyvän työpisteen ominaisuuksia ovat lisäksi tukeva ja tasapainoinen työasento, helppo liikkuminen työpisteessä, laitteiden helppo käyttö, kommunikointimahdollisuus muiden työntekijöiden kanssa ja helppo siistittävyys. Ympäristötekijöiden (lämpötila, valaistus ja ääniympäristö) on oltava ihmiselle sopivat ja työtehtävien vaatimusten mukaisia. Hyvän työpisteen suunnittelussa ja säädöissä on otettava huomioon työntekijän fyysiset mitat. (Launis & Lehtelä 2011, 25). Työpisteen sijoittamisen työtilassa täytyy perustua työn analyysiin ja olla toiminnan kannalta tarkoitukseenmukainen. Toisaalta täytyy muistaa reviiirajattelu: työntekijä voi tuntea olonsa epämukavaksi, jos toiset pääsevät liian lähelle. (Ketola ym. 2007, 11).

Näkömukavuutta voidaan parantaa säätämällä työpiste työasennon ja näkemisen kannalta sopivaksi. Hyvässä työasennossa jalat ovat tukevasti maassa, työtuolin selkänoja tukee ristiselkää ja kyynärvarret tukeutuvat joko tuolin käsinojiin tai pöytään, jolloin hartiat ovat rentoina. (Suomen Työnäköseura 2012, hakupäivä 19.2.2012). Näyttörüudun sijoittaminen silmiin nähden oikealle etäisyydelle ja korkeudelle on tärkeää erityisesti niska- ja hartiaseudun vaivojen ehkäisemiseksi. Näytön sijoittelussa on myös huomioitava näytön resoluutio, mikä vaikuttaa merkkikokoon. Sopivana katseluetäisyytenä pidetään yleisesti 60 - 75 senttimetriä, mutta viimeaikaiset tutkimukset pitävät hieman pidempää (85 - 100 cm) etäisyyttä vähemmän rasittavana silmille. Näyttö tulee asettaa selvästi (20 - 30 astetta) silmien tason alapuolelle. Tällöin voidaan välttää niskaa rasittava pään taaksepäin taivutus ja samalla helpotetaan lukualueen löytymistä monitehosilmälaseja käytävillä. Lisäksi hieman alaviistoon katseltaessa yläluomi laskeutuu enemmän silmän päälle pienentäen luomiraon haihtumispinta-alaa sekä helpottaen silmän kuivumista ehkäisevää räpyttelyä. (Ketola ym. 2007, 95)

4.2 Valon voimakkuussuureet ja työpisteen valaiseminen

Kaikkeen näkemiseen tarvitaan valoa. Valoksi kutsutaan sitä osaa sähkömagneettisesta spektristä, jota ihmissilmä pystyy havainnoimaan. Aallonpituudeltaan tämä osa spektristä on noin 400 - 700 nm. (Gregory 1990, 17 - 20.) Valon voimakkuussuureita ovat valovirta, valovoima, valaistusvoimakkuus ja luminanssi. Valovirta ilmaisee säteilyvirran kykyä synnyttää valoisaistimus silmässä, eli se lasketaan ottaen huomioon valonlähteen säteilemä aallonpituusjakauma ja ihmisen silmän spektriherkkyys. Valovirran yksikkö on lumen (lm). Valovoimalla ilmaistaan valon intensiteettiä määräsuntaan. Valovoima määräsuntaan on äärettömän pieneen kartioon säteilyn valovirran suhde avaruuskulmaan (lm/sr). Valovoiman yksikkö on kandela (cd). Valaistusvoimakkuus on pinnalle tulevan valovirran suhde pinnan alaan (lm/m²). Valaistusvoimakkuuden yksikkö on luks (lx). Luminanssi kuvaa pinnan kirkkautta, eli se on pinnasta tiettyyn suuntaan säteilevän tai heijastuvan valovoiman suhde pinnan tästä suunnasta näkyvään alaan (cd/m²). Kontrasti on näkökohteen ja sen taustan luminanssien erotuksen suhde taustan luminanssiin. Näkemisen kannalta valoisauskontrastissa on kyse näkökentän valoisauseroista saatavasta subjektiivisesta vaikutelmasta. (Saari 2001c, 46 - 47.)

Silmälasiratkaisun ja työpisteen säätöjen lisäksi toimistoympäristön näköergonomiaan liittyy olennaisesti siis valaistus. Onnistunut valaistus luo visuaalisesti miellyttävän työympäristön ja työtehtävät voi suorittaa silmien rasittumatta. Lampputyypistä riippuen valaisimet tuottavat eri värisävyistä valoa. (Ketola ym. 2007, 20 - 24.) Valon spektri on siten tärkeä valaisimen ominaisuus. Valaisimen tuottaman valon spektrin tulisi olla mahdollisimman luonnollinen, koska yksipuolinen keinovalo, joka sisältää vain tiettyjä valon aallonpituuksia, saattaa aiheuttaa esimerkiksi päänsärkyä. (Pekanheimo 2012, hakupäivä 20.8.2012.)

Näkemisen kannalta tärkeää on myös valaisimien sijainti, sekä valon määrä ja suunta. Valaistuksen tulisi olla työalueella riittävän tasainen, heikommin valaistulla osalla vähintään 70 prosenttia keskimääräisestä valaistusvoimakkuudesta. Työviihtyvyyden kannalta olisi hyvä saada työtilaan myös luonnonvaloa. Toisaalta ikkunat voivat muodostaa liian kirkkaan pinnan. Siksi tietokoneet pitäisi sijoittaa niin, että käyttäjän katsesuunta on ikkunaseinän suuntainen. Lisäksi luonnonvalon määrää tulisi voida säädellä sälekaihtimin. Toimistotyön tapahtuminen pääosin tietokoneen näytöllä asettaa erityiset vaatimukset tilan valaistukselle. Esimerkiksi diffuusin eli hajavalon hei-

jastuminen näytöltä saattaa heikentää näytön kontrastia. Lisäksi näkökentässä olevat valaisimet tai ikkunat saattavat aiheuttaa häikäisyä ja epämukavuutta. (Ketola ym. 2007, 10 - 11, 20 - 24.)

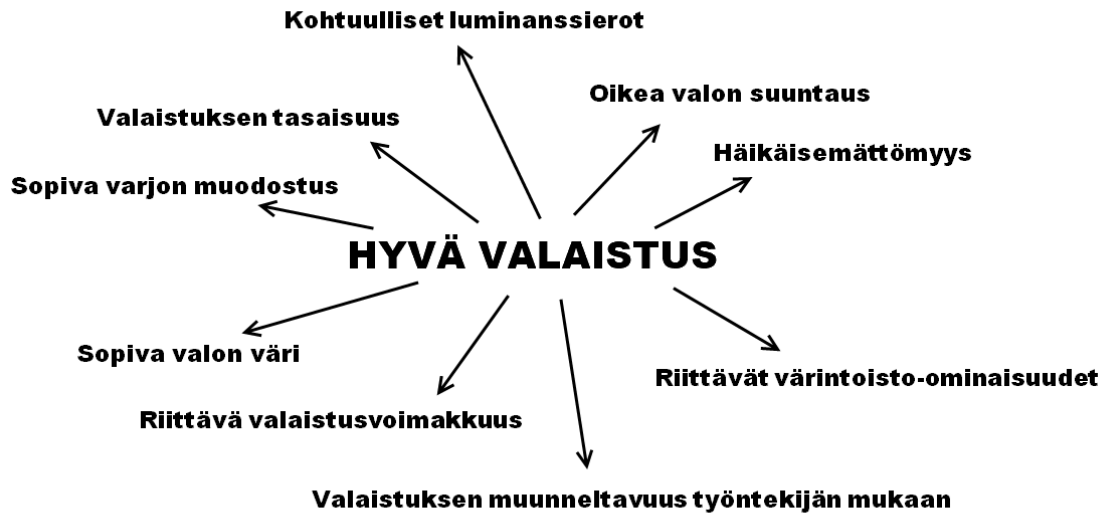
Valaisimet tulisi sijoittaa niin, että ne eivät ole suojaamattomina näkökentässä, eivätkä heijastu työkohteista, kalusteista tai laitteista. Toisaalta mikään ei saa varjostaa valon tulemista työalueelle. Valolähteen kirkkaus ja heijastavan pinnan ominaisuudet vaikuttavat yhdessä siihen, miten hankala heijastus on. Valonlähteiden ja työpisteiden sijoittaminen onnistuu yleensä pienessä yhden hengen huoneessa, mutta suuremmissa tiloissa valaisimia on väistämättä heijastuksia aiheuttavissa suunnissa. Tällöin toimivin ratkaisu on epäsuora valaisu. Näytön heijastuksia voidaan arvioida parhaiten näyttö sammutettuna. (Lehtelä & Launis 2011c, 271.)

Perinteisesti (oikeakätiselle) suositeltu valon suunta on vasemmalta sivulta. Vain yhdestä suunnasta tuleva valo voi kuitenkin tehdä varjoista liian jyrkkiä. Täysin tasainen valo voi taas tuntua epätodelliselta. Jos on tarpeen saada pinnan muodot hyvin näkyviin, on kohde valaistava pinnan-suuntaisesti. (Lehtelä & Launis 2011c, 271.)

Häikäisyn välttämiseksi on näkökentän luminanssiarvojen oltava riittäviä ja niiden erojen tarpeeksi pieniä. Tällöin ei synny häikäisyä liian kirkkaiden pintojen tai vierekkäisten tummien ja vaaleiden pintojen takia. Pinnan luminanssin määrää pinnalle saapuvan valon määrä ja pinnan heijastuskerroin. Yleensä toimistotilojen valaistus on suhteellisen tasainen, joten luminanssierot johtuvat pintojen erilaisista heijastuskertoimista. Esimerkiksi mustalta vaikuttavan pinnan heijastuskerroin on noin 0,04 ja valkoisen kopiopaperin 0,94. Työtilan suunnittelussa on pyrittävä luminanssien tasaisuuteen. Täydellinen tasaisuus antaisi kuitenkin liian tylsän vaikutelman, joten nyrkissäntönä pidetään suhdetta 3:1 (tai 1:3), jota ei katselukohteen ja sen lähiympäristön luminanssiero saa ylittää (Lehtelä & Launis 2011c, 272 - 273.)

Kun häikäisy aiheuttaa pääasiassa epämiellyttävyyden tuntemuksia, puhutaan kiusahäikäisystä. Toimistoympäristössä tätä aiheuttavat tyypillisesti kirkkaat lamput näkökentässä. Estohäikäisyllä puolestaan viitataan näkemisen vaikeutumiseen häikäisyn takia. Iän myötä työntekijän valontarve kasvaa, silmän sisäosat kellastuvat ja tästä seuraa häikäistymistä aikaisempaa helpommin. Ikäikäiset kaipaavatkin paremmin suunniteltua valaisu ympäristöä kuin nuoret. (Lehtelä & Launis 2011a, 94 - 95.) Toimistotiloissa suositeltu valaistusvoimakkuuden vähimmäisvaatimus on SFS-

EN 12464-1 standardin mukaan 500 luxia (Valaistussuositukset 2012, hakupäivä 20.8.2012). Kuviossa 17 on esitetty tiivistetysti hyvän valaistuksen vaatimukset.



KUVIO 17. Hyvän valaistuksen komponentit (Mukaillen Työterveyslaitos 2011b, hakupäivä 20.8.2012)

4.3 Tietokoneiden näytöt ja CVS-syndrooma

Tavanomaisessa toimistoympäristössä paljon tilaa vievät CRT- eli kuvaputkinäytöt ovat viime vuosina korvautuneet litteillä LCD-näytöillä. Tämä on edistänyt näyttöpäätetyön ergonomiaa huomattavasti. LCD-näyttöjen sijoittelu on huomattavasti helpompaa, kuva on kirkkaampi, litteä mattapinta heijastelee vähemmän, eikä kuva välky häiritsevästi. (Ketola ym. 2007, 58.)

Suosittelun merkkipakko SFS-EN ISO 9241-303 standardin mukaan on 20 - 22 kulmaminuuttia. Minimikatseluetäisyytenä pidetään 40 senttimetriä, koska näytön ei haluta rajoittavan liikaa työasentoa. Samalla tulee huomioida ikänään asettamat lähinäön rajoitukset. (Lehtelä & Launis 2011b, 245.) Tosin edellä esitetyssä minimikatseluetäisyydessä ei ole huomioitu esimerkiksi matkapuhelimien näyttöjä, joita saatetaan katsoa lähempää.

LCD-näyttöjen tapauksessa on huomionarvoista myös se, että ne tuottavat parhaimman kuvanlaadun vain yhdellä resoluutiolla. Esimerkiksi 19 tuuman LCD-näytöille oikea näyttötila on usein

vaaka- kertaa pystysuunta -muodossa ilmoitettuna 1280 x 1024 pikseliä eli kuva-alkiota. Jos LCD-näytön näyttötila on eri kuin sen optimaalinen tai niin sanottu oikea näyttötila, on tällöin usein seuraksena epätarkka kuva. (Ketola ym. 2007, 60.) Tämä johtuu näytön ominaisuudesta levittää näyttötilat koko kuva-alan kattaviksi. Nykyisin lähes kaikissa näytöissä resoluutio on vähintään 1024 x 768 pikseliä (W3schools 2012, hakupäivä 20.8.2012).

Windows-käyttöjärjestelmän oletusasetuksen mukaan jokaisen tietokoneeseen kytketyn näyttölaitteen pistetiheys on 96 dpi eli pistettä tuumalla. Luku kuvaa näytön kuva-alkioiden fyysistä kokoa, joka asetuksella 96 dpi tarkoittaa 0,265 millimetriä. Käyttöjärjestelmän näyttölaitteen pistetiheys -asetus ei kuitenkaan aina vastaa monitorin fyysistä pistetiheyttä, jolloin ohjelmien tekstit saattavat näkyä esimerkiksi liian pieninä. Kun käyttöjärjestelmän näyttölaitteen pistetiheys -asetus määritellään vastaamaan näytön todellista pistetiheyttä, näkyvät tekstin kirjaimet ruudulla (ilman näytön näkymän suurennosta tai pienennystä tarkasteltuna) samankokoisina kuin ne tulostuvat paperille. (Ketola ym. 2007, 60, 130.)

Nykyään kahden näytön rinnakkainen käyttäminen on lisääntynyt perinteisissä toimistosovelluksissa (Ketola ym. 2007, 62). Myös opinnäytetyötutkimuksemme osallistujista kaksi henkilöä käytti kahta näyttöä rinnakkain. Ketolan ym. mukaan (2007, 63) useammasta näytöstä on hyötyä etenkin tehtävissä, joihin liittyy tiedon kopioimista tai vertailua dokumenttien välillä. Kun virtuaalinen työpöytä jaetaan useammalle näytölle, käyttäjä löytää haluamansa dokumentin nopeammin kuvaruudulta kuin jos näyttöjä olisi käytössä vain yksi. Useamman rinnakkaisen näytön käyttö voi kuitenkin olla ongelmallista ikänäköselle, jolla on käytössään moniteholasit. Linssien välialueille mitoitettu alue on hyvin kapea sektori, minkä vuoksi pään kääntäminen sivusuunnissa ja ylä-ala -suunnissa on välttämätöntä. Tämä lisää niska- ja hartiasseudun kuormittumista ja voi myös hidastaa työskentelyä. Ikänäköisten ergonomisilla silmälasilla ongelma on vähäisempi, koska optisesti hyvälaatuiset alueet ovat laajemmat, jolloin myös tarve pään kääntämiseen näytöllä työskennellessä on pienempi. (Ketola ym. 2007, 62 - 64.)

Tekniikan kehittymisen myötä nykyisissä näyttöpäätteissä ei enää juurikaan esiinny kuvan laatuongelmia, kuten välkkymistä tai värinää. Toisaalta näyttöpäätetyötä tekevät eivät usein tunne näyttöjensä säätöominaisuuksia, esimerkiksi näyttölaitteen grafiikkatilan tai käyttöjärjestelmän pistetiheys-asetuksen (engl. dots per inch, dpi) vaihtamista. Tällöin etenkin isokokoisilla näytöillä

kuvakkeet ja teksti voivat jäädä niin pieniksi, että näkeminen on vaikeaa ja silmiä kuormittavaa. (Korja 2008, 162 - 163; Ketola ym. 2007, 60.)

Computer vision syndroomaksi (CVS) eli näköstressiksi näyttöpäätetyössä kutsutaan näyttöpäätetyössä ilmaantuvia oireellisia silmävaivoja (Korja 2008, 162). Kyseessä on oireyhtymä, joka liittyy keskeisesti tietokoneella työskentelevän henkilön näköjärjestelmän kuormittumiseen. CVS:n oireet ilmenevät, kun näkötehtävän vaatimukset ylittävät näköjärjestelmän toimintakyvyn. (Salomaa 2006, 17; Salomaa 2011, 28.) Seurauksena on muun muassa silmien rasittuminen sekä pään ja niskan alueelle kohdistuvat kivut (Milburn & Milburn 2012, hakupäivä 14.2.2012). Yleisesti voidaankin puhua silmiin ja niiden käyttöön sekä näkemiseen paikallistettavista vaivoista (Korja 2008, 162). Tästä käytetään nimitystä astenopia tai astenooppiset oireet (Millodot 1997, 23).

Näyttöpäätetyöntekijöillä astenooppisia oireita esiintyy enemmän kuin muuta vastaavaa lähityötä tekevillä. Astenopian syyt voivat olla moninaiset. Ne saattavat johtua esimerkiksi korjaamattomasta taittovirheestä, silmien yhteistoimintaa kuormittavasta asentovirheestä (piilokarsastus), akkommodaation kuormittumisesta ja binokulaarisen näön heikkoudesta tai sen huonosta hallinnasta. Oireina esiintyvät silmien väsyminen ja rasittuminen, luettavien rivien sekoittuminen, silmien vetistys, polttelu, kipu tai arkuus sekä päänsärky. Etenkin refraktiovirheeseen, akkommodaation kuormittumiseen tai binokulaarisen näön ongelmiin paikallistettavat oireet ovat muun muassa epätarkka näkö, ajoittainen kahtena näkeminen, näön sumeus ja tunne näkemisen hallitsemattomuudesta. (Korja 2008, 162.)

Astenopian syinä voivat olla myös ympäristön häiriötekijät ja yksilölliset ominaisuudet. Esimerkiksi niska-, hartia- tai selkäkipu, päänsärky ja yleinen väsymys voivat johtua huonosta työergonomiasta tai visuaalisesta ergonomiasta. (Korja 2008, 162.) Etenkin tehtäessä näyttöpäätetyötä yleismoniteholaseilla leveysuuntainen näköalue jää kapeaksi. Tällöin pään kääntäminen on yleensä välttämätöntä näyttöpäätteeltä luettaessa, mikä hidastaa lukunopeutta. Yleismoniteholaseja käyttävien, tietokoneella työskentelevien henkilöiden on tutkimusten mukaan myös kallistettava päätään taaksepäin, jotta he näkisivät tarvittavalle etäisyydelle linssin välialueen kautta. Tämä voi ajan kanssa aiheuttaa niskan ja hartioiden jännitystilan, rasittumista sekä lihas- ja tukirankaongelmia. (Salomaa 2006, 17 - 18; Salomaa 2011, 28 - 29.) Myös korkean yleisvalaistuksen tiedetään aiheuttavan ongelmia näyttöpäätetyössä: Jos valaistus on liian kirkas

(sopivin valaistusvoimakkuus löytyy yleensä väliltä 500 - 1200 luxia), näkömukavuus heikkenee, kun näyttöpäätteen heijastukset lisääntyvät sekä näytöllä näkyvien merkkien ja näytön taustan välinen kontrasti pienenee. Näkeminen vaikeutuu myös liian hämärässä (valaistusvoimakkuus alle 200 luxia). Tärkeää onkin huomioida jokaisen yksilöllinen valontarve ja valaistuksen säätömahdollisuus. (Korja 2008, 163.)

4.4 Työnäkemiseen liittyvät käytännöt ja lainsäädäntö

”Työnantajan on kustannettava työntekijälle erityistyölasit, jos optikon tai silmälääkärin lausunnosta selvästi ilmenee, että tavanomaiset yleiskäyttöön tarkoitetut silmälasit eivät ole työhön sopivat, ja että työntekijä tarvitsee toiset, erilaiset silmälasit näyttöpäätetyöhön. Työpaikkakohtaisesti päätetään siitä kuinka paljon työnantaja korvaa erityistyölasien kehysten hinnasta tai linssien erityiskäsittelystä. Ennen erityistyölasien hankintaa työterveyshuollon tulee selvittää työpisteen ergonomia ja pyrkiä muuttamaan työpiste työntekijälle sopivaksi.” (Työterveyslaitos 2007, hakupäivä 20.8.2012.)

Euroopan unionin myötä on tullut runsaasti työturvallisuuteen ja ergonomiaan liittyviä standardeja. Euroopan unionilla on useita eri tasoisia virallisia säädöksiä, joista direktiivit ovat yksi taso. Direktiivi tarkoittaa Euroopan unionin jäsenvaltioilleen antamaa lainsäädäntöohjetta, joka velvoittaa jäsenmaita saattamaan vaatimukset voimaan riittävän vahvalla tavalla. Suomessa tämä tarkoittaa esimerkiksi lakeja, lainmuutoksia, asetuksia tai valtioneuvoston päätöksiä. (Lehtelä 2011, 389.)

Vuoden 2003 Työturvallisuuslaki (738/2002) siirsi työsuojelun painopistettä perinteisestä vaaratekijöiden tunnistamisesta psyykkisen kuormituksen ehkäisyyn ja ergonomian parantamiseen. Muutoksen taustalla olivat muun muassa työtehtävien muuttuminen ja väestön ikääntyminen. (Lehtelä 2011, 386.)

Myös näyttöpäätetyöstä säädetään lailla. Valtioneuvoston päätös näyttöpäätetyöstä (22.12.1993/1405) velvoittaa työnantajaa muun muassa hankkimaan näyttöpäätetyöntekijälle erityistyölasit mikäli tavanomaiset silmälasit eivät ole työtehtäviin sopivat. (Finlex 1993, hakupäivä 13.2.2012). Laki perustuu Euroopan unionin neuvoston antamaan direktiiviin (90/270/ETY) (Työsuojeluhallinto 2012, hakupäivä 14.2.2012). Täsmällisiä lukuarvoperusteisia vaatimuksia ei laissa esitetä eikä täsmällistä sovellusohjetta ole tällä hetkellä olemassa. Mutta käytännössä lakia sovel-

letaan esimerkiksi siten, että työnantaja hankkii ergonomiset silmälasit paljon näyttöpäätetyötä tekeville ikänäköisille (Lehtelä 2011, 391). Näkemisen asiantuntijat toivoivat kuitenkin jo vuonna 2008 säädösten tarkennusta ja käytännön sovellusohjeita erityisesti näyttöpäätetyöhön tarvittavien silmälasien määräämisestä ja korvaamisesta (Lehtelä ym. 2008, 5, hakupäivä 18.9.2012). Aikaisemmat korvauserusteet olivat seuraavat: Voimakkuuden muutos joko kauko- tai lähiosassa vähintään 0,50 dioptriaa yleiskäyttöisiin, ajan tasalla oleviin silmälasihin verrattuna. Korvattavuuden mahdollisti myös asennuksen tai linssityypin muuttaminen siten, että uusi asennus tai linssityyppi poikkesi merkittävästi yleiskäyttöisistä silmälasista.

Erilaisissa ammateissa vaadittavat näkövaatimukset vaihtelevat työntekijän iän, työtehtävien ja toimintaympäristön mukaan. Hyvää näkemistä voidaan edistää analysoimalla näkemiseen vaikuttavat ergonomiatekijät ja kehittämällä näkemistä edistäviä toimintaympäristöjä ja ratkaisuja. Työntekijän näkö tutkitaan yleensä työterveyshuollossa terveystarkastusten yhteydessä ja sairauksia hoidettaessa. Tavoitteena on ennaltaehkäistä silmien kuormittumista, tapaturmia sekä tunnistaa näkövaikeuksia ja silmänsairauksia. Lisäksi tietyissä ammateissa on näkövaatimukset, joiden täyttyminen selvitetään. Näöntarkastuksilla pyritään ennaltaehkäisemään näkemiseen liittyvien ongelmien kehittymistä työssä sekä poistamaan näkemiseen liittyviä haittoja, tavoitteena työ- ja toimintakyvyn edistäminen ja ylläpito. (Suomen Työnäköseura 2012, hakupäivä 19.2.2012.) Työterveyshuollossa toimimiseen vaaditaan optikoilta ja optometristeilta lisäkoulutusta. (Metropolia Ammattikorkeakoulu 2012, hakupäivä 19.2.2012).

5 TUTKIMUSTEHTÄVÄT

Tutkimuksen tarkoitus kuvaa, mitä tutkitaan ja mistä näkökulmasta. Tutkimuksen tarkoituksen tunnistaminen on erittäin tärkeää jo suunnitteluvaiheessa. Tutkimustehtävät usein täsmentävät tutkimuksen tarkoitusta kysymysmuodossa. Laadullisessa tutkimuksessa tutkimustehtävät ovat ainakin alussa laajoja ja täsmentyvät vasta tutkimuksen edetessä, koska tarkoitus on tuottaa tietoa osallistujien näkökulmasta. (Kylmä & Juvakka 2007, 51 - 53.)

Opinnäytetyötutkimuksemme tarkoitus oli tutkia ergonomisia silmälaseja asiakaspalvelutehtävissä työskentelevien ikänäköisten kokemana. Vertailtavina olivat kaksi degressiovaihtoehtoa Piiliset Office PD -linssistä, joilla mittasimme lisäksi tutkimuksen osallistujien näköalueet. Office PD -linssistä saatuja kokemuksia vertasimme myös osallistujien kokemuksiin heidän nykyisistä silmälaseistaan tai näköratkaisustaan.

Tutkimustehtävämme olivat:

1. Millaisina osallistujat kokevat vaihtoehtoiset linssiparit asiakaspalvelukäytössä?
2. Miten Office PD -linssien laskennalliset ja mitatut näköalueet sekä käytännön kokemukset vastaavat toisiaan?

6 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Tässä luvussa olemme kuvanneet opinnäytetyötutkimuksemme toteuttamista ja siihen liittyvää metodologiaa ja menetelmiä. Tutkimuksemme päätyyppi oli laadullinen tutkimus, mutta se sisälsi myös määrällisiä piirteitä. Keräsimme osan aineistosta tutkimukseen osallistuvia henkilöitä haastattelemalla. Menetelmänä käytimme osittain strukturoituja kyselyitä, jotka sisälsivät myös aineistoa laajentavia ja täydentäviä avoimia kysymyksiä. Tiedot tutkittavien linssien näköalueista keräsimme mittauksin. Valitsimme useampi tiedonkeruumenetelmä mahdollisti tutkittavan asian ja aineiston vertailun teorian ja käytännön näkökulmista.

6.1 Tutkimuksen metodologia ja menetelmät

Valitsimme opinnäytetyötutkimuksemme päätyypiksi kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen, koska tutkimusjoukkomme oli kohtuullisen pieni ja tutkimuksemme päätarkoituksena oli kuvailla ja vertailla käyttökokemuksia Office PD -linssistä kahdella eri degressioalinnalla. Laadullisen tutkimuksen lähtökohtana on yleensä todellisen elämän kuvaaminen. Tähän sisältyy myös ajatus todellisuuden moninaisuudesta. (Hirsjärvi ym. 2000, 151.) Siten laadullisessa tutkimuksessa hyväksytään, että todellisuus voi näyttäytyä eri ihmisille erilaisena. Tavoitteena onkin tutkimukseen osallistujien näkökulman ymmärtäminen. (Kylmä & Juvakka 2007, 23.) Tämä sopi opinnäytetyötutkimukseemme, koska silmälasien käyttökokemukset ovat aina yksilöllisiä ja käyttäjä tietää itse parhaiten näkemistarpeensa, näkemisen laadun ja mahdolliset näkemiseen liittyvät ongelmat.

Laadullisessa tutkimuksessa tuotettu tieto on aina kontekstisidonnaista. Esimerkiksi Dewey (1931, 396) määrittelee tiedon sellaisten yhteyksien havaitsemiseksi, jotka määrittävät jonkin objektin käytettävyyden tietyssä tilanteessa. Laadullisen tutkimuksen aineistonkeruussa suositaan metodeja, joissa tutkimukseen osallistuvien ”oma ääni” ja näkökulmat pääsevät esille (Hirsjärvi ym. 2000, 155). Tutkija ei kuitenkaan voi asettua täysin ulkopuolisen tarkkailijan asemaan, eikä tarkkuuteen tai totuuteen pyrkimisen kriteerejä tule laskea. (Kylmä & Juvakka 2007, 20, 129.)

Opinnäytetyötutkimukseemme liittyi myös kvantitatiivisia eli määrällisiä piirteitä. Tutkimuksemme kvantitatiivinen osa käsitti näköalueiden mittauksen. Numeerista tietoa, kuten näöntarkkuudet, saimme lisäksi tutkimuksen osallistujille tehdyistä näöntarkastuksista.

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa keskeisiä piirteitä ovat muun muassa numeerinen mittaaminen ja aineiston saattaminen tilastollisesti käsiteltävään muotoon, esimerkiksi taulukoiksi. Myös hypoteesien eli oletusten tai väittämien esittäminen on mahdollista. Hypoteeseja täydennetään ja niiden totuudenmukaisuutta arvioidaan kerätyn aineiston pohjalta. (Hirsjärvi ym. 2000, 129.) Syy-seuraus-suhteen todentamiseksi tarvitaan aina tietoa ilmiöiden välisistä korrelaatioista eli riippuvuuksista. Tätä ei voida todeta ilman määrällistä tutkimusta. (Sommers 2000, hakupäivä 13.2.2012.) Tutkimusjoukkomme oli pieni, joten kattavaan tilastolliseen analyysiin ei ollut mahdollisuutta. Tästä syystä ei ollut myöskään syytä asettaa varsinaisia tutkimushypoteeseja. Numeerisista mittauksista saimme kuitenkin aineistoa, joka kertoi konkreettisesti näköalueiden laajuuksista. Näitä pyrimme esittämään kvantitatiiviselle tutkimukselle ominaisilla taulukoilla ja kuvaajilla (ks. luku 7 ja liitteet 1 - 2).

Koska käytimme opinnäytetyötutkimuksessamme useita eri aineistonkeruu- ja analyysimenetelmiä, oli tutkimusmetodimme triangulaatio. Triangulaatio mahdollistaa kattavan kokonaiskäsityksen muodostamisen tutkittavasta ilmiöstä. (Kylmä & Juvakka 2007, 17, 27 - 28.) Opinnäytetyötutkimuksessamme siis yhdistelimme aineistonkeruumenetelmiä, joissa on sekä laadullisia (haastattelut ja kyselyt) että määrällisiä (numeerista tietoa tuottavat näköalueiden mittaukset, näöntarkastukset) piirteitä, pääpainon ollessa kuitenkin laadullisessa tutkimuksessa.

6.1.1 Aineistonkeruun menetelmät

Erilaiset haastattelut ja kyselyt ovat laadullisen tutkimuksen yleisimpiä aineistonkeruumenetelmiä. Haastatteluun on valmistauduttava huolellisesti etukäteen keräämällä tutkimuskohteena olevan ilmiön kannalta oleelliset taustatiedot. (Kylmä & Juvakka 2007, 76). Haastattelussa ollaan suorassa kielellisessä vuorovaikutuksessa tutkimuksen osallistujan tai osallistujien kanssa. Siten haastattelu on ainutlaatuinen ja joustava aineistonkeruumenetelmä. (Hirsjärvi ym. 2000, 191.) Muita mahdollisia laadullisen tutkimuksen aineistonkeruumenetelmiä ovat esimerkiksi tiedon kerääminen kulttuurituotteiden kuten valokuvien, kirjallisuuden ja elokuvien avulla. Myös päiväkirjoja ja henkilökohtaisia dokumentteja voidaan hyödyntää. (Kylmä & Juvakka 2007, 105).

Valitsimme tutkimuksemme tärkeimmiksi aineistonkeruumenetelmiksi osittain strukturoidut kyselyt sekä näköalueiden mittaukset. Osittain strukturoitu kysely sopi tutkimuksemme tiedonkeruumenetelmäksi, koska se on Hirsjärven ym. (2000, 186 - 188) mukaan tehokas tapa kerätä helposti luokiteltavaa ja analysoitavaa tietoa. Lisäksi näkemisen tutkiminen vain näöntarkkuuksia ja näköalueita mittaamalla ei antaisi kokonaisvaltaista kuvaa tutkittavien linssiparien toimivuudesta. Saimme tutkittavasta ilmiöstä tietoa osittain strukturoitujen kyselyiden lisäksi myös näöntarkastusten, ergonomiakartoitusten sekä testilinssiparien käyttökokemuksista pidettävien päiväkirjamerkintöjen pohjalta (ks. liite 5).

6.1.2 Kerätyn aineiston käsittely ja analysointi

Aineiston kerääminen, käsittely ja analyysi eivät yleensä ole täysin erillisiä prosesseja. Jo aineiston keruun aikana tapahtuu käsittelyä ja jopa analyysiä, kun tutkija huomaa erilaisia tulkintaideoita. (Kylmä & Juvakka 2007, 110). Opinnäytetyötutkimuksessamme eri menetelmillä saadut aineistot olivat läheisesti sidoksissa toisiinsa ja saatu tieto ohjasi tutkimuksen kulkua. Esimerkiksi näöntarkastuksen tulokset vaikuttivat tilattujen linssien voimakkuuteen ja degression määrään. Näillä on ainakin teoriassa yhteys näköalueisiin: mitä suurempi on linssin voimakkuus ja valittu degressio, sitä enemmän esiintyy reuna-alueiden kuvausvirheitä, kuten astigmatismia, mikä vaikuttaa linssin optisesti hyvänlaatuisen näköalueen leveyteen.

Laadullisen tutkimuksen yhtenä ominaispiirteenä on induktiivisuus. Tämä tarkoittaa, että päättely etenee (induktiivisesti) yksittäistapauksesta yleiseen. (Kylmä & Juvakka 2007, 23.) Opinnäytetyötutkimuksemme aineiston analyysissä käytimme luokittelua, loogista analyysiä sekä analyyttistä induktiivista päättelyä, joista tarkemmin seuraavassa. Ratcliffin (2012) mukaan muodostettujen luokkien tulisi olla perusteellisia ja toisensa pois sulkevia. Loogisella analyysillä tarkoitetaan pelkistettyjen syy-seuraus-suhteiden hahmottamista ja esittämistä esimerkiksi taulukoiden ja kuvaajien avulla. Analyyttisellä induktiolla tarkoitetaan hypoteesien muodostamista yksittäisen tapahtuman pohjalta, hypoteesien vertaamista muihin samanlaisiin tapahtumiin, ja tarvittaessa hypoteesien täydentämistä tai uudelleen arvioimista. (Ratcliff 2012.) Tutkimuksessamme aineiston luokittelua helpottivat osittain strukturoitujen haastatteluiden käyttö ja tutkittavan ilmiön eri ominaisuuksia mittaavat eri aineistonkeruumenetelmät. Tutkimuksessamme tämä tarkoitti muun muassa sitä, että eri tavoilla kerättyä aineistoa vertailtiin kunkin yksittäistapauksen kohdalla pyrkien löytämään syy-seuraus-suhteita. Strukturoitujen

haastattelujen käyttö tarkoitti, että aineiston luokittelu tehtiin osittain jo ennen sen keruuta. Käytettyjä luokkia olivat esimerkiksi laseihin tottuminen sekä koettu näkemisen yleisvaikutelma ja terävyys (lähi-, väli- ja kaukoetäisyydet erikseen).

6.2 Tutkimusjoukon valinta ja kuvaus

Tutkimusjoukon valintaan vaikuttivat ensisijaisesti toimeksiantajan asettama osallistujien määrä (viidestä kuuteen) ja toive siitä, että he kaikki työskentelisivät samassa työpaikassa. Lisäksi oli alusta saakka selvää, että tutkimusjoukon tulisi koostua asiakaspalvelutehtävissä työskentelevistä ikänäköisistä, joiden lähilisan tarve olisi mieluiten vähintään 2,00 dpt. Tiesimme, että esimerkiksi pankeissa ja vakuutusyhtiöissä työskentelee henkilöitä, joiden katseluetäisyydet työssä vastaavat tutkimuksemme tarpeita: näkemisen tarve pöydälle, näytölle ja asiakkaaseen, mutta kuitenkin niin, että mikään näistä ei painotu liiaksi.

Valitsimme tutkimusjoukoksi oululaisessa vakuutusyhtiössä työskentelevät kuusi ikänäköistä henkilöä, joista esitietokyselyn perusteella viisi täytti edellä mainitut kriteerit. Heidän työtehtävänsä koostuivat näyttöpääte- ja toimistotyöskentelystä sekä asiakaspalvelusta. Yhdellä henkilöistä ei ollut työssään juurikaan näkemistarvetta yli metrin etäisyydelle (hän palveli asiakkaita vain puhelimen ja internetin välityksellä). Päätimme kuitenkin ottaa myös hänet mukaan tutkimukseen erikoistapaukseksi, jonka kokemuksia voisimme verrata muuhun tutkimusjoukkoon.

Lopulliseksi tutkimusjoukoksemme vakiintui viisi vakuutusyhtiössä työskentelevää tutkimuksen osallistujaa sekä esitestihenkilö, jonka työnkuva vastasi vakuutusyhtiössä työskentelevien osallistujien työnkuva. Esitestihenkilö työskenteli Oulun Seudun Ammattikorkeakoulun tiloissa. Vakuutusyhtiön työntekijöistä neljä osallistui yhdessä esitestihenkilön kanssa molempien linssiparien testaamiseen (heidät on tarkemmin eritelty ja nimetty luvussa 7). Tutkimuksen osallistujista kaikki kuusi osallistuivat linssiparien näköalueiden mittauksiin. Seuraavissa luvuissa (6.3 - 6.6) olemme kuvanneet opinnäytetyötutkimuksemme käytännön toteuttamisen.

6.3 Ergonomiakartoitus

Teimme opinnäytetyöhömmе kuuluvan ergonomiakartoituksen (ks. liite 3) vakuutusyhtiön tiloissa yhtenä päivänä viikolla 7. Täten aiheutimme mahdollisimman vähän häiriötä tutkimukseen osallistujien päivittäiseen työskentelyyn. Harjoittelimme etukäteen ergonomiakartoituksen tekemistä ja tähän liittyviä mittauksia, jotta suoritus olisi mahdollisimman sujuva. Esitestasimme myös suunnittelemamme lomakkeet, joita kartoituksessa käytimme.

Tekemämme ergonomiakartoituksen tavoitteena oli varmistaa tutkimuksen osallistujien työpisteiden vähintään kohtuullinen ergonomia ja tarvittaessa karsia ergonomiset katastrofit tutkimuksemme ulkopuolelle. Tosin, tarkoituksenamme oli myös puuttua sellaisiin ergonomisiin seikkoihin, joihin puuttuminen olisi mahdollista. Esimerkiksi toimistokalusteita emme luonnollisesti pystyisi vaihtamaan, mutta näyttöpäätteen korkeuden säätäminen paremmaksi melko varmasti onnistuisi.

Jokaisen tutkimukseen osallistuvan henkilön kohdalla ergonomiakartoituksen tekemiseen kului aikaa noin 30 minuuttia. Kartoitimme työtiloista muun muassa seuraavia yleisluontoisia seikkoja: työpisteen sijainti työhuoneessa, ikkunoiden sijainti, tilan värytys ja valaistukseen liittyvät asiat. Huomioimme myös oliko työtilan valaistus säädettävissä, ja oliko esimerkiksi työpöydässä ja työtuolissa korkeuden säätömahdollisuuksia. Valokuvasimme työpisteen ja piirsimme siitä paikanpäällä nopean pohjapiirroksen myöhemmin tapahtuvaa analyysia tukemaan.

Yksi tärkeä kartoitukseen liittyvä seikka oli kiinnittää huomiota tutkimuksen osallistujan työskentelyasentoon. Pyysimme osallistujia täyttämään heille sähköpostiin lähettämämme lyhyen esitietoja koskevan kyselyn (myöhemmin kysely tosin korvattiin uudella, joka vastasi paremmin testattaviin linsseihin liittyviä kysymyksiä). Kyselyn täyttämisen aikana tarkkailimme tutkimuksen osallistujaa ja teimme huomioita hänen työskentelyasennostaan. Kiinnitimme huomiota muun muassa niskan asentoon ja hartioiden jännittyneisyyteen sekä kynnärvarsien tukeutumiseen käsinojiin ja selän tukeutumiseen selkänojaan. Tarkistimme myös olivatko jalat maassa.

Ergonomiakartoitusta tehdessämme mittasimme myös näyttöpäätteen koon, korkeuden (sekä näytön korkeus että näytön kuvapinnan alareunan korkeus pöydän pinnasta), resoluution, kuvasuhteen ja pienimmän merkin koon käytössä olevissa ohjelmissa. Pienimmän merkin koon

mittasimme pienestä e-kirjaimesta. Lisäksi arvioimme näytössä näkyviä heijastuksia ja näytölle katsomiseen liittyvää häikäisyä näytön ollessa sammutettuna. Esitimme aiheesta tutkimuksen osallistujalle myös kysymyksiä, sillä heijastusten ilmeneminen saattaa olla riippuvainen esimerkiksi vuoden- tai kellonajasta sekä työtilaan osuvan valon tai paistavan auringon sijainnista ja voimakkuudesta.

Valaistukseen liittyen mittasimme valaistusmittarilla työtilan eri kohteisiin tulevan ja kohteista heijastuvan valon voimakkuuksia. Kohteita olivat näyttö, työtaso, näppäimistö, aineisto ja tausta näyttöpäätteen takana.

Tärkeimmät ergonomiakartoituksessa tekemämme mittaukset koskivat tutkimuksen osallistujan työskentelyetäisyyksiä, koska halusimme tietää, täyttävätkö etäisyydet asettamamme kriteerit (ks. luku 6.2). Työskentelyetäisyyksistä mittasimme aina lyhimmän ja pisimmän etäisyyden. Mitattuja etäisyyksiä olivat muun muassa etäisyydet näytölle, näppäimistöön ja työpöydällä sijaitsevaan aineistoon. Tutkimuksen osallistujien työnkuvaan kuului pääsääntöisesti asiakaspalvelua yhtä erityistapausta lukuun ottamatta, joten mittasimme myös asiakasetäisyydet. Muista tekemistämme etäisyyksiin liittyvistä mittauksista mainittakoon muun muassa näppäintason korkeus, näytön tason korkeus, näppäimistön tason syvyys ja näytön tason syvyys.

6.4 Näöntarkastukset ja testilinssiparien tilaaminen

Tutkimuksen osallistujien näöntarkastukset tehtiin oululaisen optikkoliikkeen tiloissa kahtena päivänä viikolla 11. Jokaiselle osallistujalle varattiin puolen tunnin pituinen näöntarkastusaika, mikä oli liikkeen normaali käytäntö. Näöntarkastukset suoritti liikkeen optikko.

Toivoimme ilmoittaessamme näöntarkastusaikoja osallistujille, että päivän ensimmäinen osallistuja saapuisi hieman varattua ajankohtaa aikaisemmin, jotta ehtisimme ennen näöntarkastuksen alkua valita sopivan kehyksen. Kehykset oli mahdollista valita Piiliset by Finnsusp Oy:n toimittamasta kehysvalikoimasta. Nämä oli jokainen tarkistettu ennalta siten, että Office PD -linssin vaatima kehysaukon minimikorkeus (30 mm) täyttyi. Kehykset Piilisetin toimittamasta valikoimasta olivat tutkimuksen osallistujille ilmaiset. Heistä neljä löysi mieleisen kehyksen Piilisetin valikoimasta, kaksi osti kriteerit täyttävän kehyksen optikkoliikkeen kehysmallistosta.

Kehysten valinnan jälkeen mitoitimme osallistujille linssit ja mittasimme heidän nykyisten silmälasiansa voimakkuuden, jos silmälasit olivat mukana. Yksi tutkimukseen osallistuja käytti luku- ja kaukolaseja pelkästään työnsä ulkopuolella, toinen ei ollut ottanut mukaan syväteräviä lasejaan. Linssien mitoituksia tehdessämme pyrimme siihen, että tarkistimme mahdollisuuksien mukaan kumpikin mitoituksen tuloksen.

Näöntarkastukset sujuivat hyvin. Liikkeen optikko pyrki tekemään refraktion mahdollisimman tiukasti siten, että yli- tai alikorjausta vältettäisiin. Teimme näöntarkastuksia varten erillisen lomakkeen, jota täytimme tarkastuksen edetessä. Jokaisessa tarkastuksessa oli vähintään toinen tekijöistä läsnä toimien tilanteen seuraajana ja tulosten kirjaajana. Näöntarkastusten päätteeksi mitasimme yhdessä optikon kanssa osallistujien akkommodaatiolaajuudet vakio ADD -menetelmällä (ks. luku 2.6). Tutkimuksen osallistujien refraktiot sekä akkommodaatiolaajuudet on esitetty taulukossa 5 (ks. luku 7).

Näöntarkastusten jälkeen tilasimme opinnäytetyötutkimuksessamme käytettävät linssit kahdella eri degressiolla. Ensimmäisessä linssiparissa degressio on sama kuin osallistujan lähilissä (ADD). Toisessa linssiparissa degressio on 0,50 dioptriaa pienempi (ADD - 0,50 dpt). Tilatut voimakkuudet on esitetty taulukossa 5 (ks. luku 7). Näöntarkastusten jälkeen yksi osallistuja joutui jättäytymään tutkimuksesta pois, joten jatkoimme viidellä osallistujalla.

Kun valmiit linssit saapuivat reunahiottuina, tarkistimme linssien voimakkuudet valontaittomittarilla. Tarkistimme myös silmälasiparien kehysväli- ja asennuskorkeusmitat. Osassa linssijä reunahionnassa oli tapahtunut virheitä, minkä vuoksi jouduimme tilaamaan tietyt linssit uudelleen. Kun uudet linssit olivat saapuneet, tarkistimme ne jälleen, jolloin linssit täyttivät toleranssivaatimukset (ks. linssien toleransseista luvusta 3.3).

6.5 Testilinssiparien luovutus ja osittain strukturoidut kyselyt

Aikataulusyiden sekä joidenkin linssien uudelleenvalmistuksen vuoksi jouduimme luovuttamaan testattavat linssiparit tutkimuksen osallistujien käyttöön hieman eri aikoina. Samasta syystä myös näköalueiden mittaus tapahtui testattavien linssien eri käyttövaiheissa (ks. tarkemmin näköalueiden mittaus luvusta 6.6). Ensimmäisenä käyttöön luovutetussa linssiparissa degressio oli yhtä suuri kuin lähilisän määrä. Toisena käyttöön luovutetussa testattavassa linssiparissa degressio oli

0,50 dioptriaa pienempi kuin lähiläsän määrä. Linssiparien luovutusjärjestys oli sama kaikille tutkimuksen osallistujille.

Laseja luovuttaessamme varmistimme linssien oikeellisen asennuksen asennusmerkintöjen avulla osallistujien kasvoilla. Kahden osallistujan kohdalla (henkilöt A ja B) kiinnitimme kehykseen tarrakorotustyynyt lasien luovutuksen yhteydessä, jotta linssi asettuisi oikealle korkeudelle. Henkilö A piti tyynyt paikoillaan koko testijaksojen ajan, mutta henkilö B koki testattavien linssien käytön miellyttävämpänä, kun hän ensimmäisen testijakson aikana irroitti korotustyynyt. Luovuttaessamme silmälaseja osallistujille varmistimme myös kehysten mahdollisimman hyvän istuvuuden heidän kasvoillaan. Tällä pyrimme varmistamaan hyvän käyttömukavuuden ja sen, että osallistajat pystyisivät keskittymään arvioimaan tutkittavia linssejä. Lisäksi annoimme osallistujille saatekirjeen (ks. liite 4), jossa kerroimme opinnäytetyötutkimuksestamme.

Luovuttaessamme tutkimuksen osallistujien käyttöön ensimmäisen testattavan linssiparin teimme heille nykyisiä silmälaseja (tai näköratkaisua) koskevan kyselyn (ks. liite 6). Kyselyn suoritimme siten, että jaoimme kulloinkin vuorossa olevalle osallistujalle kysymykset paperille tulostettuna. He vastasivat kysymyksiin suullisesti meidän molempien kirjatessa heidän vastauksensa ylös. Annoimme osallistujien täytettäväksi myös käyttökokemuspäiväkirjan (ks. liite 5), johon he kirjaisivat kokemuksiaan lasien käytöstä.

Tutkimuksen osallistajat käyttivät ensimmäistä testattavaa linssiparia noin kaksi viikkoa. Tämän jälkeen teimme heille linssiparin käyttöä koskevan kyselyn (ks. liite 7). Vaihdoin samaan kehykseen seuraavan testattavan linssiparin Oulun seudun ammattikorkeakoulun optometrian paja-tiloissa ja palautimme kehyksen uusilla linsseillä osallistujien käyttöön seuraavana päivänä. Lisäksi annoimme heille uuden tutkimuspäiväkirjan täytettäväksi. Osallistajat käyttivät myös toista testattavaa linssiparia noin kaksi viikkoa. Jälkimmäisen testattavan linssiparin jälkeen teimme heille toista linssiparia koskevan kyselyn (ks. liite 7). Viimeistään näköalueiden mittauksen yhteydessä osallistajat vastasivat lisäksi linssipareja keskenään vertailevaan kyselyyn (ks. liite 8).

Opinnäytetyötutkimukseemme liittyvät kyselyt pyrittiin tekemään edellä kuvatulla periaatteella, jossa jaoimme tutkimuksen osallistujille kysymykset paperilla tulostettuina ja he vastasivat suullisesti meidän toimiessa vastausten kirjaajina. Kahden osallistujan jälkimmäiset kyselyt teimme sähköpostin välityksellä, koska aikataulujen yhteensovittaminen ei onnistunut.

6.6 Näköalueiden mittaus

Näköalueiden mittaukseen käytimme laitteistoa, jonka ovat kehittäneet optometristit Laura Virsu ja Jaana Ylitimo. Kyseistä mittauslaitteistoa käytettiin ensimmäistä kertaa Virsun ja Ylitimon (2004) opinnäytetyötutkimuksessa. He mittasivat monokulaarisesti syväterävien linssien kolmiulotteisia näköalueita. Määttä ja Tammelander (2005, 51 - 56) puolestaan käyttivät samaa mittauslaitteistoa hieman muunneltuna moniteho- ja syväterävien linssien binokulaaristen näköalueiden mittaamiseen. Myös Knuutti (2007) on mitannut laitteistolla nuorisomoniteholinsseillä saavutettavia näköalueita. Opinnäytetyötutkimuksessamme mittasimme tutkittavien Office PD - linssien näköalueita binokulaarisesti, koska se vastaa monokulaarista tilannetta paremmin käytännön näkemistä.

Mittaustarkkuuden parantamiseksi päätimme tehdä laitteistoon muutoksia. Teimme laitteistoon uuden aluslevyn. Tarkoituksena oli sijoittaa laitteiston mittausvarren kääntöpiste silmien kääntöpisteiden alapuolelle samalle tasolle (ks. kuvio 18). Siten mittauskulmista saatiin oikean suuruiset kaikille mittausetäisyyksille. Mittausvarren lukitusreiät teimme viidelle tarvitsemallemme horisontaaliselle mittauskulmalle: -20, -10, 0, 10 ja 20 astetta. Kahtakymmentä astetta suurempia horisontaalikulmia ei ollut meistä tarpeen mitata, koska tutkimusten mukaan käytännön katselutilanteessa silloin tulee poikkeuksetta mukaan myös pään kääntö (ks. luvut 2.2 - 2.3). Vertikaalikulmat toteutimme mittausvarteen asetettavien erikorkuisten näkötaulutelineiden avulla. Lisäksi teimme leukatukeen poskipehmusteet tuen reunoille pään paikallaan pysymisen kontrollointia helpottamaan.



KUVIO 18. Näköalueiden mittauslaitteisto. Leukatuen sivuille on kiinnitetty pään paikallaan pysymistä helpottavat pehmikkeet. Mittausvarren kääntöpiste on leuan alapuolella. Mitattavia kulmia varten on porattu aluslevyyn lukitusreiät ja etäisyyksiä varten reiät mittausvarteen. Mittausvarren reikiin sijoitetaan optotyypitaulujen jalusta

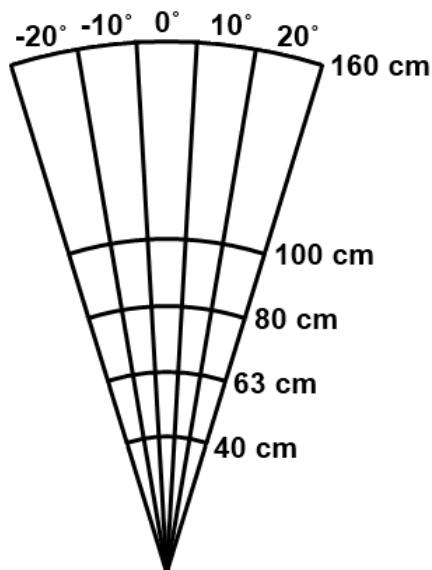
Mittaustauluina käytimme Lea Hyvärisen kehittämiä Lea numbers -tauluja, koska standardisoituna LogMAR-testitauluina ne soveltuvat hyvin tutkimuskäyttöön (ks. luku 2.4). Näöntarkkuudet mittasimme visusarvoon 1.0 asti. Lisäksi testasimme käytännön näkemistä tekstimalleilla. Käytimme tekstimalleissa Times New Roman -fonttia, jonka kokoa vaihtelimme eri etäisyyksille siten, että tekstikoko vastasi kulloinkin kooltaan näöntarkkuuden arvoa 0.63.

Teimme näköalueiden mittaukset aina samassa tilassa samanlaisissa valaistus- ja etäisyysolosuhteissa mittauksien vertailukelpoisuuden parantamiseksi. Varmistimme myös valaistusmittarilla, että etenkin lähietäisyyksillä mittauksien osalta täytyi selkeästi toimitustyössä suositeltu 500 luxin valaistusvoimakkuus. Ainoastaan kaukaisin mitattu etäisyys (320 cm) jäi valaistusvoimakkuudeltaan jonkin verran alle suosituksissa mainitun 500 luxin valaistusvoimakkuudesta.

6.6.1 Mittausetäisyydet ja -kulmat

Koska kaikkia mahdollisia etäisyyksiä ja kulmia ei ollut mahdollista eikä mielekäästä mitata, oli valittava tutkimuksen kannalta oleelliset. Peruseriaatteena mittausetäisyyksien ja -kulmien valinnassa oli määrittää ne vastaamaan todellisia, näköergonomiakartoituksissa esille tulleita arvoja.

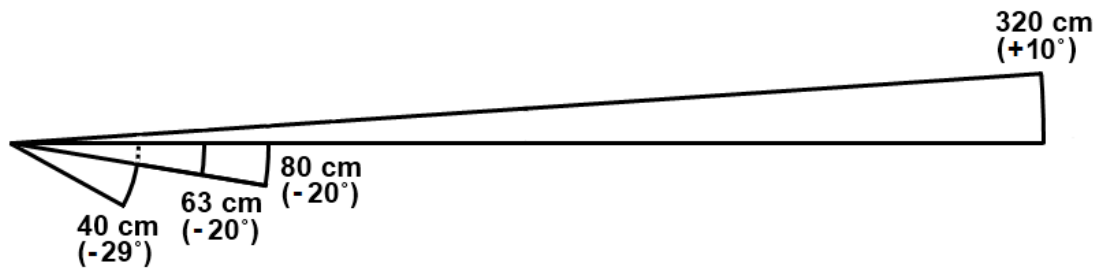
Mainittua ohjenuora seuraten katseluetäisyydet jaettiin karkeasti kolmeen luokkaan: lukuetaisyys (40 cm), näytön etäisyys (63/80/100 cm) ja asiakasetäisyys (160/320 cm). Kaikilla näillä etäisyyksillä mittasimme viisi horisontaalikulmaa (-20, -10, 0, 10 ja 20 astetta, ks. kuvio 19) vaakasuorassa katselulinjassa. Lukuetaisyydeltä (40 cm) mittasimme lisäksi samat horisontaalikulmat myös alaviistossa katselutasossa (noin 30 astetta), mikä vastaa katselukulmaa linssien lukualueiden läpi (ks. kuvio 20). Täysi lukuvoimakkuus Office PD -linssissä saavutetaan noin 12 millimetriä asennusristin alapuolella.



KUVIO 19. Näköalueiden horisontaaliset mittauskulmat ja etäisyydet 40 - 160 senttimetriä

Koska näyttö suositellaan sijoittamaan siten, että sen keskikohta on noin 20 astetta silmien tason alapuolella (ks. luku 4.1), ja tämä vastasi myös tutkimuksen osallistujien todellisia työolosuhteita (ks. luku 7.1), mittasimme näytön etäisyyksiltä (63 ja 80 cm) kaikki viisi horisontaalikulmaa myös alaviistoissa, noin 20 asteen katselutasoissa. Vastaavasti, koska katselu kauas (320 cm) onnistuu

parhaiten linssien yläosissa sijaitsevien kaukoalueiden läpi, mittasimme tältä etäisyydeltä näöntarkkuudet horisontaalikulmiin hieman yläviistossa (noin 10 astetta) katselutasossa.



KUVIO 20. Näköalueiden vertikaaliset mittauskulmat ja etäisyydet

6.6.2 Mittausten toteutus

Mittauslaitteiston ja -menetelmän esitestaus tehtiin kahtena eri päivänä. Mahdolliseksi ongelmiksi havaittiin mittausasennon epämukavuus sekä pään ja silmälasien asentojen kontrollointi. Mittausten onnistuminen vaatii hyvää keskittymistä sekä tutkijoilta että tutkittavilta, joten mittaustapahtuman kesto ei voinut olla kovin pitkä. Tämä uhkasi muodostua ongelmaksi erityisesti sen takia, että suunnitelmissamme oli tehdä samalla käynnillä molempien linssiparien näköaluemittausten lisäksi linssipareja vertaileva kysely. Tämän vuoksi päädyimme tekemään kyselyt jo ennen mittauksia tai mittausten jälkeen. Mittaustapahtumassa kiinnitimme myös huomiota mittausten sujuvuuteen ja mittausasennon kontrollointiin (etenkin pään paikallaan pysymiseen) siten, että toinen meistä kirjasi ylös tulokset ja samalla tarkkaili tutkimuksen osallistujaa.

Näköalueiden mittaustapahtuma suoritettiin tutkimuksen osallistujille aikataulusyistä hieman eri vaiheissa testattavien linssien käyttöjaksoja. Alkuperäinen tarkoituksemme oli toteuttaa mittaukset aivan loppuun linssien käyttöjaksojen jälkeen. Näin ei kuitenkaan edellä mainituista tutkimuksen aikatauluun ynnä muuhun sellaiseen liittyvistä syistä johtuen tapahtunut kuin henkilön B tapauksessa. Muiden tutkimuksen osallistujien näköalueet mitattiin toisen linssiparin käyttöjakson aikana, paitsi esitestihenkilön näköalueet mitattiin kahdella eri kerralla ensimmäisen linssiparin käyttöjakson jälkeen sekä henkilön F näköalueet mitattiin sairastumisesta johtuen ennen testilinssiparien käyttöjaksoja.

Näköalueiden mittaus tapahtui seuraavasti. Ennen mittauksen alkua varmistimme tutkimuksen osallistujan mukavan asennon. Aloitimme mittaukset etäisyydeltä 160 senttimetriä. Kävimme läpi vaakasuoran katsesuunnan kulmat -20, -10, 0, 10 ja 20 astetta, jonka jälkeen siirsimme mittausetäisyyttä lähemmäs (ensin 100 cm, sitten 80 cm, 63 cm ja lopuksi 40 cm) ja toistimme mittaukset mainituilla katsesuunnan kulmilla. Jokaisen etäisyyden ja asteluvun kohdalla kirjasimme ylös mitatun näöntarkkuuden sekä sen, pystyikö tutkimuksen osallistuja lukemaan esitettävän tekstimallin. Vaakasuorien etäisyyksien jälkeen mittasimme alaviistot etäisyydet 80, 63 ja 40 senttimetriä mainituilla katsesuunnan kulmilla edeten kaukaisimmasta etäisyydestä lähemmäs. Viimeiseksi pyysimme osallistujaa ottamaan sellaisen asennon, että hän saattoi katsoa linssin yläosan (kaukokatselualue) läpi 320 senttimetrin etäisyydellä sijaitsevia näkötestitauluja. Mittasimme näöntarkkuuden jälleen katsesuunnan kulmissa -20, -10, 0, 10 ja 20 astetta pään pysyessä paikoillaan. Tekstimalleja kyseisissä tauluissa ei ollut, koska lukeminen 320 senttimetrin etäisyydeltä ei toimisto-olosuhteissa liene tavallista.

Näköalueiden mittauksissa toinen meistä toimi aina kirjurina ja tutkimukseen osallistuvan asennon ja pään liikkumattomuuden kontrolloijana, toinen vaihtoi testitauluja ja huolehti optotyyppien kysymisestä. Valmistimme myös jokaista etäisyyttä varten erillisen testitaulun, joihin kuului vaihtuva tekstimalli kulloisellekin etäisyydelle sopivalla kirjasinkoolla.

6.7 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Tutkijan on arvioitava, kuinka hän itse vaikuttaa aineistoonsa ja kuvattava lähtökohdat tutkimusraportissa (Kylmä & Juvakka 2007, 129). Esimerkiksi me emme itse vielä ole ikänäköisiä, joten emme välttämättä ymmärrä kaikkia ergonomisten silmälasien käyttöön liittyviä käytännön ongelmia. Tämä saattoi heikentää tutkimuksen luotettavuutta, mutta olemme pyrkineet ottamaan sen huomioon muun muassa teoriatietoon syvällisesti perehtymällä. Lisäksi optometrian opiskelijoina meillä lienee tutkimuksen osallistujia enemmän tietoa ikänäön erilaisista korjausvaihtoehdoista.

Tutkimusjoukkomme oli melko pieni, mikä tarkoittaa että tutkimustulokset eivät ole yleistettävissä, eikä tutkimus toistettavissa. Emme myöskään ole tehneet vastaavaa tutkimusta aikaisemmin, mikä saattaa heikentää tutkimuksen luotettavuutta.

Pyrimme parantamaan tutkimuksemme luotettavuutta käyttämällä useita eri aineistonkeruumenetelmiä (triangulaatio). Tällöin tutkittavasta ilmiöstä saatiin kattavampi kokonaiskuva, eivätkä esimerkiksi ennakkokäsityksemme päässeet vaikuttamaan niin paljon tutkimustuloksiin. Lisäksi kartoitimme tutkimusolosuhteet tarkoituksenamme vakioida ne mahdollisuuksien mukaan sekä ottaa olosuhteet huomioon aineiston analyysissä.

Tutkimusolosuhteiden vakioimisesta esimerkkinä mainittakoon tutkimusjoukon työpisteillä tekemämme ergonomiamittaukset ja -kartoitukset. Näillä pyrimme lisäämään muun muassa myöhemmin tapahtuvan linssiparien testauksen luotettavuutta sekä parantamaan tutkimuksen osallistujien työskentelyolosuhteita. Myös tutkimuksen näöntarkastukset tehtiin samassa optikkoliikkeessä saman optikon toimesta. Silmälaseja luovuttaessamme varmistimme aina asennuksen oikeellisuuden ja kehysten hyvän istuvuuden. Kyselyitä tehdessämme pyrimme kaksinkertaisella kirjaamisella vähentämään tutkimuksen osallistujien vastausten kirjaamisessa mahdollisesti aiheutuvia virheitä. Käytimme osittain strukturoituja kyselyitä, joiden kysymykset olivat kaikille samat ja ne esitettiin jokaiselle samassa järjestyksessä. Tätä voidaan pitää menetelmän hyvänä puolena. Kun mukana oli avoimiakin kysymyksiä, nämä kompensoivat mahdollisia väärinkäsityksiä sekä auttoivat saamaan esille asioita, joita emme esimerkiksi muuten olisi ottaneet huomioon. Lisäksi näköalueiden mittauksissa käytettävä laitteisto on havaittu toimivaksi jo aikaisemmissa tutkimuksissa. Pyrimme myös vakioimaan näköaluemittausten olosuhteet: Varmistimme muun muassa valaistusmittarilla, että toimistotyössä suositeltu 500 luxin valaistusvoimakkuus täyttyi. Ainoastaan kaukaisin mitattu etäisyys (320 cm) jäi valaistusvoimakkuudeltaan jonkin verran alle suosituksista. Tämä ei kuitenkaan liene suuri puute, sillä toimistotyössä esimerkiksi luetaan hyvin harvoin noin pitkältä etäisyydeltä, eikä valaistusvoimakkuus laskenut pienemmäksi kuin 200 luxia (ks. luku 4.3).

Edellä mainitun lisäksi pyrimme parantamaan tutkimuksen luotettavuutta esitestaamalla tarvittavat kyselylomakkeet ja harjoittelemalla tutkimukseen liittyviä mittauksia etukäteen (esimerkiksi näköalueiden mittaukset ja ergonomiakartoitusten tekeminen). Esitettävää

materiaalia varten hankimme tutkimukseen esitestihenkilön. Esitestaukseen saimme tarvittaessa apua myös opiskelijakollegoilta.

Opinnäytetyötutkimusta tekemässä meitä oli kaksi tutkijaa, mikä paransi tutkimuksen luotettavuutta. Esimerkiksi virheet ja epäloogisuudet havaittiin helpommin. Ennen tutkimuksen toteuttamista tutustuimme myös aihepiiriin teorian tietoon sekä aihetta sivuaviin aikaisempiin tutkimuksiin. Lisäksi kiinnitimme erityistä huomiota käsitteiden määrittelyyn, mikä osaltaan paransi tutkimuksen sisäistä validiteettia. Sisäisellä validiteetilla kuvataan tutkijan tieteellistä otetta ja sitä, että tutkija hallitsee tieteenalansa (Grönfors 1985, 174).

Kiinnitimme huomiota myös tutkimuksemme etiikkaan. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista ja jokainen osallistuja pystyi jättäytymään pois kesken tutkimusprosessin, jos katsoi sen aiheelliseksi. Tutkimuksemme aineistoa käsitelimme ehdottoman luottamuksellisesti. Tämä tarkoitti muun muassa sitä, että tutkimukseen osallistuvien anonymiteetti säilytettiin ja aineisto hävitettiin asianmukaisesti tutkimuksen päätyttyä. Tutkimuksemme ei myöskään liittynyt taloudellisen hyödyn tavoitteluun. Tutkimusprosessista aiheutuneet kustannukset olivatkin suhteellisen pieniä ja jokainen taho kattoi omat kulunsa.

7 TULOKSET

Opinnäytetyötutkimuksemme aikana osallistujien joukko pieneni kahdella. Toinen osallistujista joutui jättäytymään pois jo näöntarkastusten jälkeen. Henkilö F puolestaan jäi pois ensimmäisen linssiparin testijakson ja näköaluemittausten jälkeen. Tutkimusjoukon pienuuden takia hänet on kuitenkin huomioitu näköaluemittausten tulosten käsittelyssä (ks. luku 7.4).

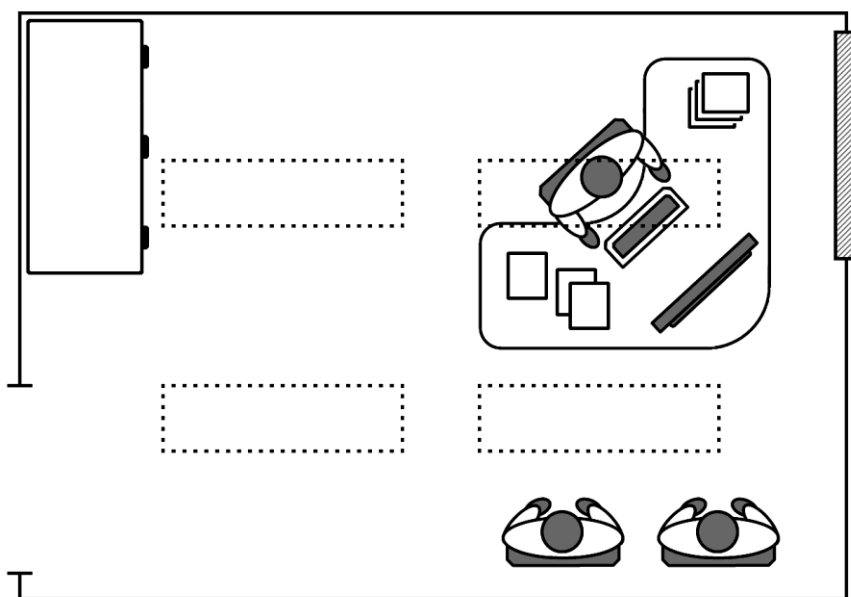
Tutkimuksen osallistujat on nimetty seuraavasti. Varsinainen tutkimusjoukko koostui henkilöistä A - C. Kaksi tutkimuksen osallistujista on nimetty edellisistä eriävällä tavalla. Henkilö D* poikkeaa muusta tutkimusjoukosta siten, että hänellä ei ollut lainkaan aikaisempia silmälaseja käytössä töissä, eikä hän palvellut asiakkaita muutoin kuin internetin ja puhelimen välityksellä. Henkilö E** puolestaan toimi tutkimuksen esitestaajana eikä työskennellyt samassa työpaikassa muiden osallistujien kanssa. E** esitesti tekemiämme kyselylomakkeita ja oli mukana näköaluemittausten harjoituksissa.

Osassa aineiston tuloksia ja analyysiä käsittelemme henkilön D* erillisenä tapauksena, koska hänen työtehtävänsä olivat erilaiset muihin tutkimuksen osallistujiin verrattuna. Hänellä ei myöskään ollut aiempaa kokemusta moniteholaseista. Lisäksi hän käytti testilaseja erittäin vähän.

7.1 Ergonomiakartoitus

Tutkimuksen osallistujien työpisteet sijaitsivat vakuutusyhtiön tiloissa kahdessa kerroksessa rakennuksen vastakkaisilla sivuilla. Tutkimuksen esitestaajan työpiste sijaitsi oppilaitoksemme tiloissa. Kaikilla paitsi yhdellä (henkilö D*) oli oma työhuone. Henkilön D* työpiste oli isommassa, useamman työntekijän käyttämässä huoneessa (yhteensä 4 henkilöä) kaapistoin väljästi rajatussa tilassa. Tutkimuksen osallistujien työpisteiden keskimääräinen koko oli pinta-alaltaan noin 12 neliometriä. Kuviossa 21 (s. 76) on esitetty yleistetty pohjapiirros tutkimuksen työpisteistä.

Yleisilmeeltään kaikkien työtilojen väritys oli vaalea. Lämpötila oli miellyttävä ja säädettävissä. Toisaalta sisäilman laatu oli osallistujien mielestä heikko. He epäilivät sen saattavan aiheuttaa päänsärkyä. Tämä on yksi syy, miksi jätimme luvussa 7.4 päänsärkyyn liittyvän kyselyn kohdan huomiotta.



KUVIO 21. Yleistetty pohjapiirros kartoitetuista työpisteistä. Valaisimet on merkitty kuvaan katkoviivoilla

Jokaisen osallistujan työpisteessä oli säädettävä työtuoli ja -pöytä. Myös jokaisen näyttöpäätte oli säädettävissä korkeuden ja kallistuskulman osalta. Toisaalta työtuoli ja työpöytä eivät aina sopineet täysin yhteen (näin oli etenkin henkilön D* työpisteessä). Tällöin työskentely ei onnistunut kyynärpäitä tuolin käsinojia vasten tukien. Kaikki osallistujat kuitenkin arvioivat työasentonsa olevan hyvä — ainakin, jos muisti istua oikein.

Kaikkien osallistujien työasento oli mielestämme hyvä tai vähintään kohtuullinen. Tuolin selkänoja tuki alaselkää, useimmissa tapauksissa myös kyynärvarret olivat tuettuina joko pöytää tai tuolin käsinojia vasten. Niskan ja pään asento oli yleensä suora. Lisäksi kaikkien osallistujien jalat tukeutuivat joko maahan tai jalkatukeen.

Osallistujien työpisteiden valaistus koostui pääasiassa luonnonvalosta ja katon loisteputkista. Kahdessa työpisteessä (henkilöt B ja E**) oli käytössä myös kohdevalaisimet. Kaikkien työpisteiden valaistus oli osittain (esimerkiksi riveittäin) säädettävissä valokatkaisimista. Osa joidenkin työpisteiden loisteputkista oli pimennetty häikäisyn takia. Osassa työpisteitä kaikki katon loisteputket eivät myöskään olleet sävyiltään samanlaisia, vaan sävyiltään lämpimiä ja kylmiä (päivänvalo-) loisteputkia oli sekaisin. Valaistuksen tyyppi oli kaikissa työpisteissä suora. Tutkimuksen osallistujat olivat valaistukseen kohtuullisen tyytyväisiä.

Jokaisen työpisteessä oli yksi tai useampi ikkuna. Ikkunat sijaitsivat useimmiten työpisteiden jommallakummalla sivulla tai lähes työpisteen takana. Jokaisen työpisteen läheisyydessä oleviin ikkunoihin oli myös asennettu sälekaihtimet, joilla ikkunoista tulevaa valaistusta oli mahdollista säädellä. Osallistujat eivät kokeneet ikkunoista tulevaa valaistusta häiritseväksi, koska ikkunoista sisään tulevaa valoa oli mahdollista säädellä. Suoraa auringonvaloa ei myöskään päässyt pais-tamaan ikkunoista sisään johtuen varjostavista viereisistä rakennuksista. Osallistujat kertoivat työpisteidensä valaistuksen olevan joko hyvä tai vähintään kohtuullinen. Taulukossa 3 on esitetty osallistujien työpisteissä mitattujen valaistusvoimakkuuksien keskiarvoja ja vaihteluvälejä.

TAULUKKO 3. Valaistusvoimakkuuksien keskiarvoja ja vaihteluväli

Kohde	Valaistusvoimakkuus (lx)	Vaihteluväli (lx)
Näyttö (tuleva)	476	300 - 800
Näyttö (heijastuva)	122	50 - 260
Työtaso (tuleva)	869	600 - 1164
Työtaso (heijastuva)	245	220 - 300
Näppäimistö (tuleva)	818	530 - 1130
Näppäimistö (heijastuva)	222	50 - 667
Aineisto (tuleva)	855	500 - 1220
Aineisto (heijastuva)	341	200 - 424
Tausta (tuleva)	463	380 - 550
Tausta (heijastuva)	178	28 - 370

Osa tutkimuksen osallistujista oli kokenut häikäisyä ja huomannut näyttöpäätteessään heijastuksia. Etenkin henkilö D* kertoi, että ikkunasta työpisteen takaa tuleva valo aiheutti häikäisyä. Samaa hän pohti myös katon loisteputkivalaisimista. Myös esitestihenkilö kertoi pitävänsä sälekaihtimet mieluummin suljettuina, koska ikkunasta tuleva valo oli häiritsevää kaihtimien ollessa avoina. Havaitimme myös itse jonkin verran heijastuksia, joiden häiritsevyyttä on äkkiseltään hankala arvioida.

Henkilöillä B ja D* oli käytössään kaksi näyttöpäätettä, jotka olivat sijoitettu vierekkäin. Näyttöpäätteet olivat toisiinsa verrattuna samanlaiset. Myös katseluetäisyydet näyttöpäätteille olivat mitattaessa samat (ks. taulukko 4), sillä henkilöt istuivat näyttöpäätteiden välissä ja valitsivat katseltavan näyttöpäätteen kuvan joko kääntämällä tuolin suuntaa, päätään tai katsettaan. Muilla osallistujilla oli käytössään vain yksi näyttöpääte. Seuraavassa taulukossa 5 on esitelty tutkimuksen osallistujien tärkeimmät työskentelyetäisyydet. Taulukkoon on koottu myös heidän näyttöpäätteisiinsä liittyviä oleellisia ominaisuuksia ja mittoja.

TAULUKKO 4. Tutkimuksen osallistujien tärkeimmät työskentelyetäisyydet sekä heidän työpisteidensä näyttöpäätteiden ominaisuuksia. Osallistujilla B ja D oli käytössään kaksi näyttöä, joiden alat on laskettu taulukossa yhteen*

	A	B	C	D*	E**
Etäisyys asiakkaaseen (cm)	200 - 240	140 - 180	190 - 220	-	150 - 170
Etäisyys näyttölle (cm)	75 - 80	70 - 75	70 - 75	75 - 85	70 - 90
Etäisyys pöydällä oleviin aineistoihin (cm)	60 - 90	60 - 100	70 - 100	55 - 100	70 - 90
Etäisyys näppäimistöön (cm)	55 - 60	55 - 60	50 - 65	50 - 50	50 - 60
Katselukulma asteina näytön keskelle	16	24	21	16	21
Näytön leveys asteina	34	34 & 34	37	33 & 33	33
Näytön koko (")	22	20 & 20	22	22 & 22	22
Näytön resoluutio	1680 x 1050	1600 x 900	1680 x 1050	1440 x 900	1680 x 1050
Näytön kuvasuhde	16:10	16:9	16:10	16:10	16:10
Pienin merkki näytöllä (mm)	2	2	2	2	2

7.2 Näöntarkastukset

Taulukkoon 5 olemme koonneet tutkimuksen osallistujien nykyisten silmälasien tiedot sekä uudet silmälasimääräykset. Samassa taulukossa ovat myös tilattujen linssien voimakkuudet ja mitatut subjektiiviset akkommodaatiolaajuudet. Tutkimuksen osallistujista henkilöillä A, B, C ja F oli käytössään yleiskäyttöiset moniteholasit. Henkilö E** käytti työssään ergonomisia silmälaseja (toimistomonitehot). Henkilö D* ei käyttänyt työssään lainkaan silmälaseja.

TAULUKKO 5. Tutkimuksen osallistujien tausta- ja silmälasitietoja sekä heille tilattujen testilinsien voimakkuudet

	Ikä	Nykyisten silmälasien voim.		Silmäläsimäär. 3/2012		Subj.bin.akk.	Tilausvoimakkuus	DEG. 1	DEG. 2
A	58	OD: sf -2,50 cyl -1,00 ax 75	ADD 2,50	OD: sf -2,25 cyl -0,50 ax 90	ADD 2,25	3 dpt	OD: sf +0,00 cyl -0,50 ax 90	2,25	1,75
		OS: sf -2,75 cyl -0,50 ax 110	V. 1.0	OS: sf -2,00 cyl -0,50 ax 95	V. 1.0		OS: sf +0,25 cyl -0,50 ax 95		
B	54	OD: sf -4,75 cyl -0,25 ax 170	ADD 1,75	OD: sf -5,50	ADD 2,00	3 dpt	OD: sf -3,50	2,00	1,50
		OS: sf -4,75 cyl -0,50 ax 25	V. 1.0	OS: sf -5,00	V. 1.25		OS: sf -3,00		
C	51	OD: sf -1,75 cyl -0,75 ax 105	ADD 1,75	OD: sf -1,75 cyl -0,50 ax 80	ADD 2,00	1,75 dpt	OD: sf +0,25 cyl -0,50 ax 80	2,00	1,50
		OS: sf -2,75	V. 1.25	OS: sf -2,50	V. 1.25		OS: sf -0,50		
D*	54	Ei käytä silmälasia töissä		OD: sf -0,75	ADD 2,00	1,5 dpt	OD: sf +1,25	2,00	1,50
			V. 0.63	OS: sf -0,75 cyl -0,25 ax 145	V. 1.0		OS: sf +1,25 cyl -0,25 ax 145		
E**	57	OD: sf +2,00 cyl -0,25 ax 50	ADD 1,75	OD: sf +2,25 cyl -0,50 ax 55	ADD 2,00	2,5 dpt	OD: sf +4,25 cyl -0,50 ax 55	2,00	1,50
		OS: sf +3,00 cyl -0,75 ax 100	V. 1.25	OS: sf +3,00 cyl -0,50 ax 110	V. 1.25		OS: sf +5,00 cyl -0,50 ax 110		
F	60	OD: sf +1,25	ADD 2,50	OD: sf +1,25 cyl -0,25 ax 90	ADD 2,25	1 dpt	OD: sf +3,50 cyl -0,25 ax 90	2,25	1,75
		OS: sf +0,75	V. 1.25	OS: sf +1,00	V. 1.6		OS: sf +3,25		

7.3 Osittain strukturoidut kyselyt

Seuraavassa taulukossa 6 olemme esittäneet tutkimuksen osallistujien omiin arvioihin pohjautuvia lukuja keskimääräisestä testilasien käytöstä. Testiparien välillä ei tullut ilmi eroja. Huomioitavaa taulukossa on henkilön D* vähäinen testilasien käyttö. Myöskään ergonomiakartoituksessa varmistamamme näköergonomia (ks. luvut 6.3 ja 7.1) ei ollut muuttunut testilasien käyttöjakson aikana merkittävästi. Ainoastaan henkilö A oli ensimmäisen testijakson aikana nostanut näyttöpäätettään hieman ylemmäksi kartoituksiin verrattuna.

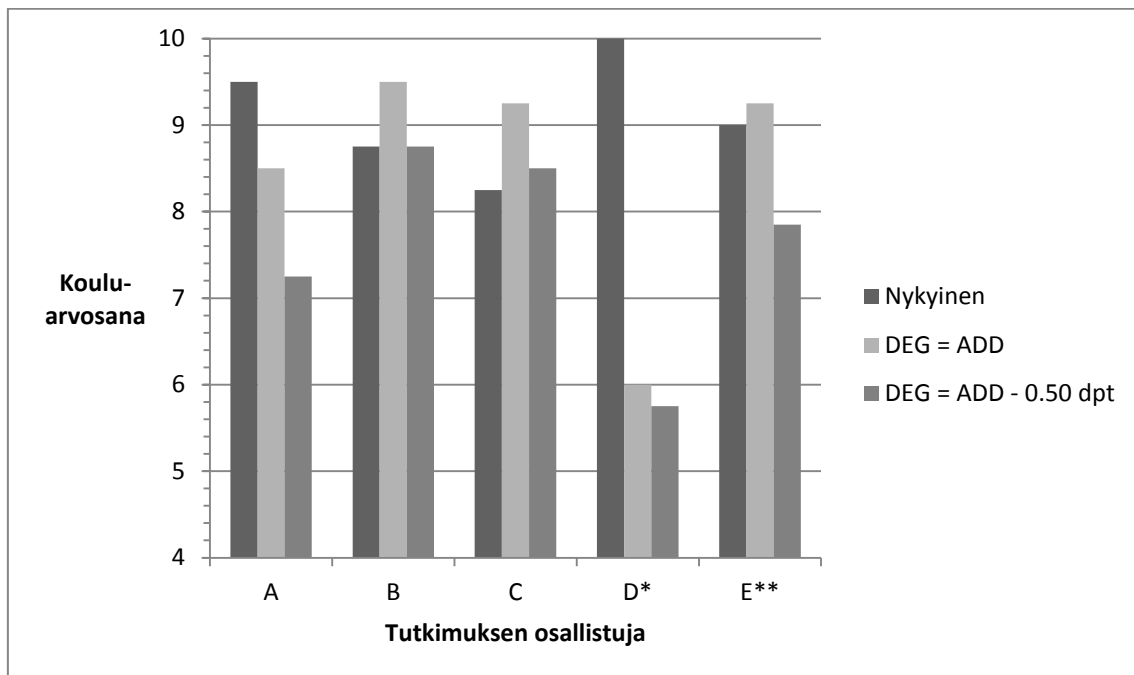
TAULUKKO 6. Tutkimuksen osallistujien näyttöpäätetyö, asiakkaiden määrä ja testilasien käyttö

Henkilö	Näyttöpäätetyötä keskimäärin työpäivän aikana	Testiparien käyttö keskimäärin työpäivän aikana	Asiakkaita keskimäärin työpäivän aikana
A	5 h	6 h	3 - 4 asiakasta
B	8 h	7 h	2 - 3 asiakasta
C	5 h	4 h	4 - 5 asiakasta
D*	8 h	1 h	Ei asiakkaita toimistossa
E**	6 h	7 h	4 - 5 asiakasta

7.3.1 Näkemisen yleisvaikutelma ja tarkkuus

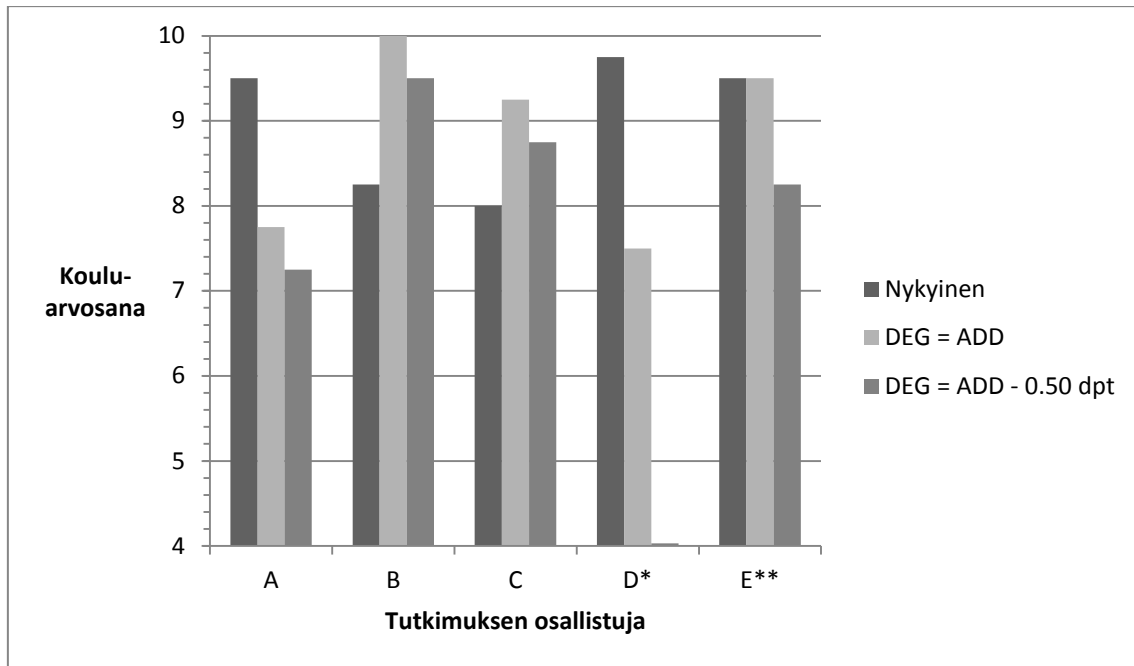
Tässä luvussa käsittelemissämme tuloksissa olemme kertoneet tutkimuksen osallistujien antamista kouluarvosanoista koskien näkemisen yleisvaikutelmaa ja tarkkana näkemistä eri etäisyyksille. Etäisyydet ovat lähietäisyydeltä lukeminen, etäisyys näppäimistöön, näyttöpäätteelle, aineistoon työpöydällä ja asiakkaaseen. Näkemisen yleisvaikutelmaan kuuluvat myös osallistujien antamat arvosanat näkemisen yleisvaikutelmasta sivuun katsottaessa. Tutkimuksen osallistujat ovat antaneet kouluarvosanat koskien nykyisiä silmälasejaan tai näköratkaisuaan, sekä testattavia suuremman (DEG -2,00 tai DEG -2,25) ja pienemmän (DEG -1,50 tai DEG -1,75) degression linssipareja.

Kuvioissa 22 ja 23 olemme aluksi kuvanneet eri etäisyyksille tapahtuvan tarkkana näkemisen ja näkemisen yleisvaikutelman kouluarvosanojen keskiarvot. Keskiarvot on laskettu jokaisen osallistujan nykyiselle silmälasii- tai näköratkaisulle sekä suuremman ja pienemmän degression linssiparille antamista kouluarvosanoista. Kokonaisuudessaan yksittäiset arvosanat löytyvät liitteestä 1 kuvioista 1 - 11.



KUVIO 22. Näkemisen yleisvaikutelman kouluarvosanojen keskiarvo

Tutkimuksen osallistujien (pois lukien henkilö D*) näkemisen yleisvaikutelmasta eri etäisyyksille antamista kouluarvosanoista laskettu keskiarvo nykyisellä silmälasilla vaihteli välillä 8,25 - 9,5. Lasketun keskiarvon mukaiset arvosanat suuremman degression linssiparilla vaihtelivat välillä 8,50 - 9,5. Pienemmän degression linssiparilla lasketun keskiarvon mukaiset arvosanat vaihtelivat välillä 7,25 - 8,75. Kouluarvosanojen keskiarvo tarkasta näkemisestä eri etäisyyksille nykyisillä silmälasilla vaihteli välillä 8 - 9,50. Lasketun keskiarvon mukaiset arvosanat suuremman degression linssiparilla vaihtelivat välillä 7,75 - 10. Pienemmän degression linssiparilla lasketun keskiarvon mukaiset arvosanat puolestaan vaihtelivat välillä 7,25 - 9,5.



KUVIO 23. Tarkkana näkemisen kouluarvosanojen keskiarvo

Seuraavassa olemme kertoneet tarkemmin tutkimuksen osallistujien näkemisestä eri etäisyyksille. Osallistujat kokivat pystyvänsä *lukemaan lähietäisyydeltä* paperista suuremman degression linssiparilla melko hyvin (ks. liite 1, kuvio 1 näkemisen yleisvaikutelmasta mainitulle etäisyydelle sekä kuvio 2 tarkkana näkemisestä samalle etäisyydelle). Henkilö C kertoikin, ettei hänen tarvinnut enää epäillä pienäkään tekstiä. Tämän vuoksi hän koki itsensä myös virkeämmäksi nykyisillä silmälaseilla katseluun verrattuna. Toisaalta henkilö A mainitsi, että hän ei nähnyt linssin lukualueella kovin hyvin. Henkilön A mielestä lukeminen suuremman degression linssiparilla oli kuitenkin parempaa kuin hänen nykyisillä yleismonitehoillaan. Toisaalta hän kertoi myös näkevänsä lukea parhaiten kokonaan ilman laseja.

Kun tutkimuksen osallistujat lukivat lähietäisyydeltä paperista, he arvioivat pienemmän degression linssiparin yleensä huonommaksi vaihtoehdoksi kuin nykyiset silmälasinsa. Samoin osallistujat arvioivat suuremman degression linssiparin paremmaksi kuin pienemmän degression linssiparin (pois lukien henkilö D*). Pienemmän degression linssiparista henkilö A kertoi myös edelleen, ettei nähnyt lähelle yhtä hyvin kuin ilman laseja, koska joutui nostamaan paperin pöydältä käteensä.

Tutkimuksen osallistujat arvioivat näkemisen yleisvaikutelmaa ja tarkkana näkemistä *näppäimistöille* melko samanlaisin kouluarvosanoin kuin lukemista lähietäisyydeltä (ks. tarkemmin liite 1,

kuviot 3 ja 4). Näkeminen näppäimistölle koettiin yleisesti hyväksi, pois lukien henkilö D*, joka piti nykyistä näköratkaisuaan (silmälasittomuuttaan) selvästi testattavia linsskejä parempana. Myös henkilö A kertoi, että testattavilla linssipareilla hän joutui laskemaan leukaansa hieman alas nähdäkseen paremmin.

Tutkimuksen osallistujat kokivat näkevänsä *näytölle* suuremman degression linssiparilla kohtuullisen hyvin (ks. tarkemmin liite 1, kuviot 5 ja 6). Osallistujat arvioivat näkemisen yleisvaikutelman sekä tarkkana näkemisen näyttöpäätteelle lähes yhtä hyväksi suuremman degression linssiparilla kuin nykyisillä silmälaseillaan. Esimerkiksi henkilö B kertoi, että suuremman degression linssillä hänen ei enää tarvinnut kumartua lähemmäs näyttöpäätettä nähdäkseen tarkasti. Poikkeuksen muiden osallistujien mielipiteisiin muodosti henkilö D*. Hän moitti linssien reuna-alueiden saavan näyttöpäätteen näyttämään vääristyneeltä. Tarkkana hän näki ainoastaan suoraan katsoessaan.

Pienemmän degression linssiparilla arvosanat laskivat suuremman degression linssipariin ja nykyisiin silmälaseihin verrattuna. Esimerkiksi henkilö A joutui kumartumaan lähemmäs näyttöä nähdäkseen tarkasti. Pienemmän degression linssiparin tapauksessa myös useampi osallistuja kertoi joutuneensa hakemaan oikeaa katselukohtaa linssistä. Lisäksi henkilö D* mainitsi, että näköalue oli suppeampi kuin suuremman degression linssillä, joten hänen oli liikuteltava enemmän päätään.

Arvioidessaan näkemisen yleisvaikutelmaa ja tarkkana näkemistään *työpöydällä olevaan aineistoon* (ks. tarkemmin liite 1, kuviot 7 ja 8) tutkimuksen osallistujat pitivät myös tässä tapauksessa hieman enemmän suuremman kuin pienemmän degression linssiparista. Näkemisen yleisvaikutelma arvioitiin joko paremmaksi tai yhtä hyväksi kuin nykyisten silmälasien yleisvaikutelma kyseiselle etäisyydelle (pois lukien henkilöt A ja D*, joista ensimmäinen arvioi suuremman degression linssiparin näkemisen yleisvaikutelman jonkin verran heikommaksi nykyisiin silmälaseihin verrattuna). Henkilöllä A arvosanojen ero kasvoi vielä suuremmaksi tarkkana näkemisen osalta. Hän kertoi, ettei näe hyvin pöydällä olevia aineistoja, vaan joutuu nostamaan ne käteensä. Ainoastaan henkilö A antoi suuremman degression linssiparille heikomman arvosanan kuin pienemmän degression linssiparille, eikä pienemmänkään degression linssiparin arvosana ollut kovin hyvä.

Tarkasteltaessa näkemisen yleisvaikutelmaa *asiakkaaseen* (ks. tarkemmin liite 1, kuvio 9), voidaan huomata, että suuremman degression linssiparille annetut kouluarvosanat ovat henkilöillä B,

C ja E** yhtä hyviä tai parempia kuin nykyisille silmälaseille annettu arvosana. Lähes samanlainen tilanne on tarkkana näkemisen osalta kyseiselle etäisyydelle (ks. tarkemmin liite 1, kuvio 10): ainoastaan henkilö E** on antanut puoli numeroa heikomman arvosanan nykyisiin silmälaseihinsa (toimistomonitehot) verrattuna. Edellä mainitut henkilöt ovat antamiaan arvosanoja verrattaessa pitäneet pienemmän degression linssiparia hieman heikompana tai yhtä hyvänä asiakasetäisyydelle kuin nykyisiä silmälasejaan tai suuremman degression linssejä. Henkilö A sen sijaan on arvioinut suuremman ja pienemmän degression linssiparin heikommaksi kuin nykyiset silmälasinsa sekä asiakasetäisyydelle tapahtuvan näkemisen yleisvaikutelman että tarkkuuden osalta. Lisäksi henkilö A on arvioinut näkemisen olevan tarkempaa asiakkaaseen pienemmän degression linsseillä. Henkilö D* on jätetty kokonaan edellä käydyn tarkastelun ulkopuolelle, koska hänen asiakkaansa koostuivat pelkästään puhelin- tai internetiasiakkaista.

Arvioidessaan *vinoon katsomista* (ks. tarkemmin liite 1, kuvio 11) pitivät tutkimuksen osallistujat yleisesti ottaen nykyisiä silmälasejaan parempana kuin suuremman tai pienemmän degression linssivaihtoehtoa. Ainoastaan henkilö C arvioi nykyiset silmälasinsa jonkin verran heikommiksi. Tarkasteltaessa suuremman ja pienemmän degression linssiparien arvosanoja ovat suuremman degression linssiparin arvosanat jonkin verran paremmat (pois lukien henkilöt C ja D*, joiden antamat arvosanat ovat molemmille linsseille samat).

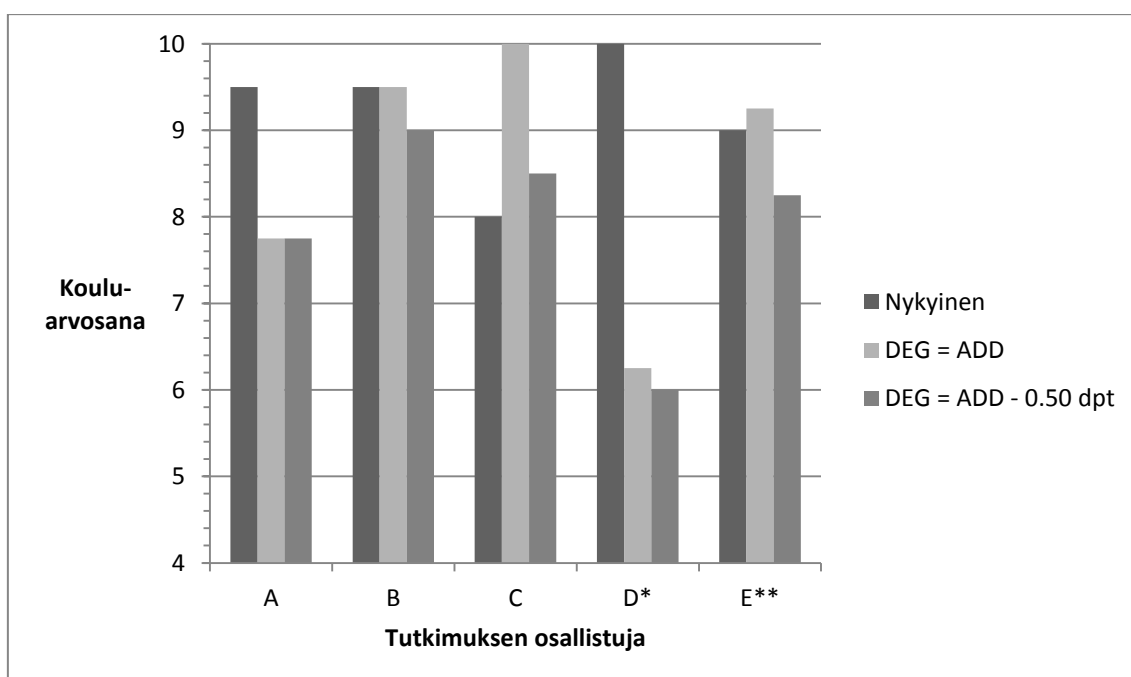
Kertoessaan kokemuksiaan *vinoon katsomisesta* tutkimuksen osallistujat olivat huomanneet, että linssien reunoilla näkövaikutelmassa tapahtui sumenemista. Sivulle ei nähnyt tarkasti, sillä katsominen tuntui hämärältä. Pienemmän degression linssiparista henkilö B mainitsi myös, että katsominen sivulle tuntui hieman epämiellyttävältä.

Tutkimuksen osallistujat kertoivat näkemisestään *muille* kuin aikaisemmin käsitellyille etäisyyksille muun muassa seuraavaa. Yleinen kommentti oli, että testattavilla linsseillä kauas näkeminen olisi voinut olla parempaa tai terävämpää. Henkilö B kertoikin, että suuremman degression linsseillä ”ei voinut lähteä ulos”. Hän mainitsi myös, että portaita oli käveltävä varovasti. Henkilö C puolestaan kertoi, että ovelle tai käytävälle katsellessa huomasi käyttävänsä ”lähilaseja”.

7.3.2 Tarkkana näkyvän alueen laajuuden riittävyys

Tässä luvussa olemme kuvanneet tulokset tutkimuksen osallistujien antamista kouluarvosanoista, jotka liittyvät nykyisellä silmälasii- tai näköratkaisulla sekä suuremman ja pienemmän degression linssipareilla saavutettavaan, tarkkana näkyvän alueen laajuuteen. Etäisyydet, joilla osallistujat arvioivat tarkkana näkyvän alueen laajuutta, olivat lähietäisyydeltä lukeminen, etäisyys näppäimistöön, näyttöpäätteelle, aineistoon työpöydällä ja asiakkaaseen. Tarkoituksenamme oli saada subjektiivista tietoa vertailtavien linssiparien progressiokanavan leveydestä. Tosin leveys on lopulta eri asia kuin laajuus (ks. luku 8.3. ja luku 9), joten sanavalintamme asiaa koskeviin kysymyksiin ei ollut onnistunein. Termi laajuus viittaa pikemminkin koko näköalueen kolmiulotteiseen laajuuteen kuin näköalueen leveyteen.

Kuviossa 24 olemme kuvanneet keskiarvoja tarkkana näkyvän alueen koon riittävydestä eri etäisyyksille. Keskiarvot on laskettu jokaisen tutkimuksen osallistujan nykyiselle silmälasii- tai näköratkaisulle sekä suuremman ja pienemmän degression linssipareille antamista kouluarvosanoista, jotka on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 1 kuvioissa 12 - 16. Nykyisestä silmälasii- ratkaisusta annetut kouluarvosanojen keskiarvot vaihtelivat välillä 8 - 9,5 (pois lukien henkilö D*). Suuremman degression linssiparille annettujen kouluarvosanojen keskiarvot vaihtelivat välillä 7,75 - 10 ja pienemmän degression linssiparin välillä 7,75 - 9.



KUVIO 24. Tarkkana näkyvän alueen laajuuden riittävyden keskiarvoja

Seuraavassa olemme kertoneet tarkemmin tutkimuksen osallistujien arvioista tarkkana näkyvän alueen laajuudesta eri etäisyyksille. Jokainen tutkimuksen osallistuja arvioi suuremman degression linssiparin näköalueen laajuuden paremmaksi kuin pienemmän degression linssiparin *lähietäisyydeltä luettaessa* (ks. tarkemmin liite 1, kuvio 12). Ainoastaan henkilö A (kun henkilöä D* ei oteta huomioon) antoi nykyiselle silmälasiratkaisulleen paremman kouluarvosanan kuin suuremman tai pienemmän degression linssiparille.

Tutkimuksen osallistujista henkilöt C ja E** arvioivat tarkkana näkyvän alueen laajuuden *näppäimistölle* (ks. tarkemmin liite 1, kuvio 13) paremmaksi suuremman kuin pienemmän degression linssiparilla. Henkilö A arvioi pienemmän degression linssiparin hieman suuremman degression linssiparia paremmaksi. Henkilö B (ja D*) antoi sekä suuremman että pienemmän degression linssipareille kummallekin saman kouluarvosanan. Henkilö A (ja D*) antoi nykyiselle silmälasinäköratkaisulleen paremman kouluarvosanan kuin suuremman tai pienemmän degression linssiparille.

Osallistujista ainoastaan henkilö C arvioi suuremman ja pienemmän degression linssiparien tarkkana näkyvän alueen laajuuden paremmaksi *näyttöpäätteelle* kuin nykyisen silmälasiratkaisunsa (ks. tarkemmin liite 1, kuvio 14). Tutkimuksen muut osallistujat arvioivat nykyisen silmälasiratkaisunsa suuremman ja pienemmän degression linssipareja paremmaksi tai yhtä hyväksi. Henkilöt A ja B antoivat suuremman ja pienemmän degression linssipareille molemmille saman arvosanan.

Tutkimuksen osallistujat kommentoivat tarkkana näkyvän alueen laajuuden riittävyyttä näyttöpäätteelle muun muassa seuraavasti. Henkilö A kertoi, että suuremman degression linssiparilla näyttöpäätteen sivuosat jäivät hämärän peittoon. Henkilö B kertoi, ettei nähnyt pienemmän degression linssiparilla sivuille näyttöpäätteen edessä istuessa. Myös henkilö D* mainitsi, että näki suuremman degression linssiparilla näyttöpäätteen reunoilla päällekkäiset tekstit.

Tutkimuksen osallistujat antoivat melko samankaltaisia kouluarvosanoja tarkkana näkyvän alueen laajuuden riittävyydestä sekä näppäimistölle että *työpöydällä olevaan aineistoon* katsottaessa (ks. tarkemmin liite 1, kuvat 13 ja 15). Henkilö A mainitsi erityisesti pienemmän degression linssiparista, että sitä käyttäessään hän joutui kumartumaan lähemmäs aineistoa.

Arvioidessaan tarkkana näkyvän alueen laajuuden riittävyttä *asiakkaaseen* katsottaessa (ks. tarkemmin liite 1, kuvio 16) tutkimuksen osallistujista ainoastaan henkilö C arvioi suuremman degression linssiparin paremmaksi kuin nykyiset silmälasinsa (pienemmän degression linssiparin hän arvioi samoin arvosanoin nykyisten silmälasiansa kanssa). Henkilö A sen sijaan arvioi nykyiset silmälasinsa paremmaksi kuin suuremman tai pienemmän degression linssiparin. Pienemmän degression linssiparille hän antoi hieman korkeamman arvosanan kuin suuremman degression linssiparille. Henkilö B antoi kaikille vaihtoehdoille täyden arvosanan. Henkilö E** arvioi nykyiset silmälasinsa samalla arvosanalla kuin suuremman degression linssiparin. Pienemmän degression linssiparin hän arvioi näitä hieman heikommaksi.

Tutkimuksen osallistajat kertoivat tarkkana näkyvän alueen laajuuden riittävydestä *muille* kuin aikaisemmin käsitellyille etäisyyksille muun muassa seuraavaa. Henkilö A mainitsi, että ompelukoneella ommellessa suuremman degression linssipari toimi hyvin ja tarkkana näkyvän alueen laajuus oli riittävä. Henkilön C mielestä tarkkana näkyvän alueen laajuuden riittävyys ei ollut kauas kovin hyvä suuremman degression linssiparilla (hän antoi kouluarvosanaksi 6,5). Henkilö B sen sijaan koki suuremman degression linssiparilla tarkkana näkyvän alueen laajuuden riittävänä kauas (kouluarvosana 9).

Taulukossa 7 olemme esittäneet tutkimuksen osallistujien subjektiivisen arvion siitä, onko tarkkana näkyvän alueen laajuudessa eroa, kun he vertasivat suuremman ja pienemmän degression linssipareja keskenään eri etäisyyksille. Yleensä he eivät huomanneet eroa tarkkana näkyvän alueen laajuudessa linssiparien välillä. Kun ero huomattiin, suuremman degression linssiparin tarkkana näkyvä alue arvioitiin useammin laajemmaksi kuin pienemmän degression linssiparin tarkkana näkyvä alue. Henkilö C kertoi yleisesti tarkkana näkyvän alueen leveydestä (ei siis laajuudesta), ettei ollut kiinnittänyt siihen huomiota ennen kuin asiasta kysyttiin.

TAULUKKO 7. Tarkkana näkyvän alueen laajuuden vertailu eri etäisyyksille suuremman ja pienemmän degression linssiparin kesken. — = ei eroa, S = suuremman degression linssiparilla tarkkana näkyvä alue laajempi, P = pienemmän degression linssiparilla tarkkana näkyvä alue laajempi

	A	B	C	D*	E**
Luk. läh. etäis.	—	—	—	S	—
Näppäimistölle	—	—	—	—	—
Näytölle	S	—	—	S	P
Aineistoon työp.	S	S	—	S	—
Asiakkaaseen	—	—	—		S

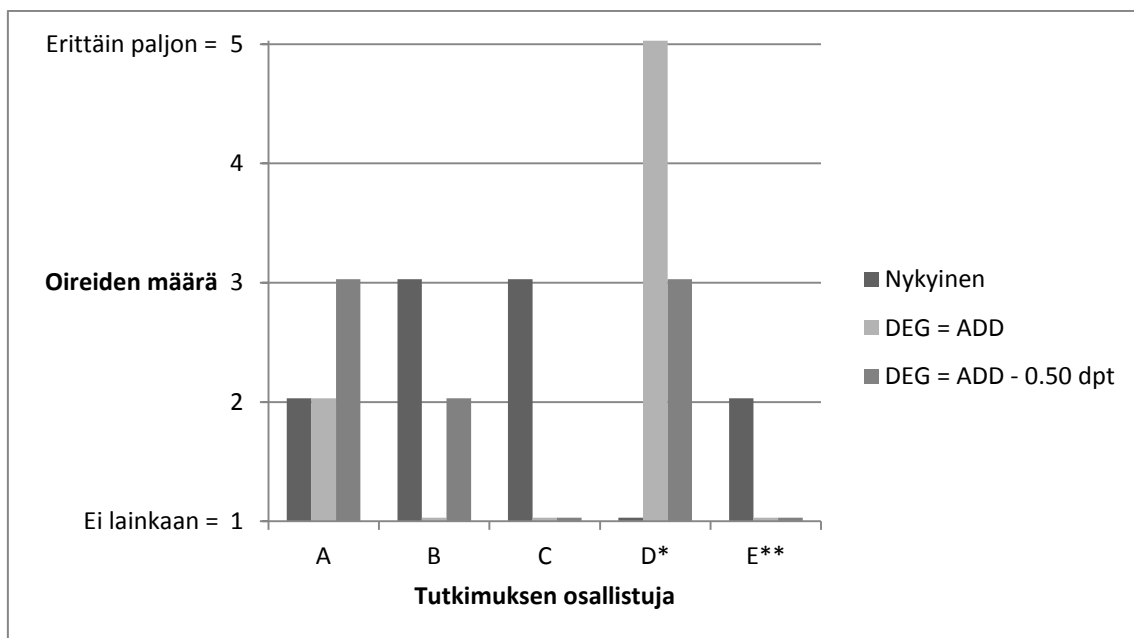
7.3.3 Astenooppiset oireet

Kun tutkimuksen osallistujien silmäoireiden ilmenemistä tarkasteltiin yleisellä tasolla, ei silmäoireita esiintynyt kovinkaan merkittävästi. Yleensä silmäoireet saattoivat johtua myös jostain muusta kuin työhön liittyvästä näköergonomiasta tai silmälasit- tai näköratkaisusta. Tällaisia oireita olivat esimerkiksi päänsärky, jonka tutkimuksen osallistujat olivat päätelleet johtuvan sisäilman laadusta, eikä se siten ollut välttämättä astenopian oire. Tämän vuoksi myös me päätimme rajata päänsärryn kokonaan tulosten analyysin ulkopuolelle.

Tutkimuksen osallistujat kertoivat kokevansa myös muita astenopiaan viittaavia oireita, jotka eivät kuitenkaan johtuneet silmistä. Esimerkiksi henkilö A kertoi, että hänen käyttämänsä allergialääke mahdollisesti aiheutti hänelle kuivien ja ärtyneiden silmien oireita. Hänen mukaansa myös punaisten tai vetistävien silmien oireet johtuivat allergiasta (silmit punoittivat aina aamuisin herätessä). Myös henkilö E** epäili hänellä etenkin talvisin esiintyvän kuivasilmäisyyden johtuvan enimmäkseen ilmastoinnista. Oikeastaan ainoa tutkimuksen osallistuja, jolla oli edellä mainittuja oireita ja joiden epäilimme liittyvän astenopiaan, oli henkilö D*. Hän kertoi, että jokaisen työpäivän jälkeen hänen silmänsä olivat ärtyneet ja usein myös väsyneet (siristelyä hän ei kuitenkaan maininnut). Koska tutkimuksemme ajankohta oli kevät, ja siitepölykausi oli runsas, jätimme aineiston analyysin ulkopuolelle päänsärryn lisäksi myös punaisiin tai vetistäviin sekä kuiviin ja ärtyneisiin silmiin liittyvät oireet, sillä ne eivät valtaosassa tapauksista liittyneet silmälasien käyttöön tai näkemiseen.

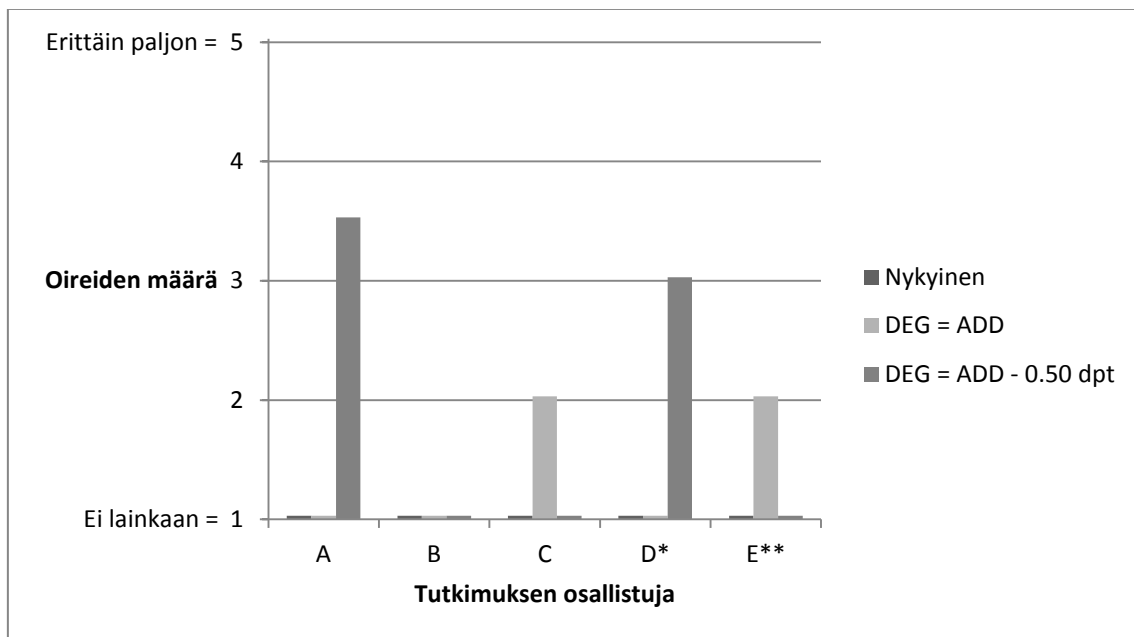
Kuten on aikaisemmin mainittu, yleisesti tarkasteltuna astenooppisia silmäoireita ei esiintynyt merkittävästi, eikä oireiden esiintymistiheydellä ollut suurta vaihtelua verrattaessa nykyistä silmälasitai näköratkaisua suuremman ja pienemmän degression linssipareilla ilmenneisiin astenooppisiin oireisiin. Tästä johtuen käsittelemme seuraavassa pelkästään sellaisia oireita, joissa esiintyi selkeitä eroja oireiden välillä, kun käytössä olivat nykyiset silmälasit (tai näköratkaisu) sekä suuremman tai pienemmän degression linssiparit. Kuvioiden tarkastelun helpottamiseksi käytetty mitta-asteikko on käännetty kysymyksissä (ks. liitteet 6 - 8) käytettyyn mitta-asteikkoon verrattuna.

Kuviossa 25 olemme kuvanneet rivien sumenemisen nykyisellä silmälasitai näköratkaisulla, suuremman degression linssiparilla ja pienemmän degression linssiparilla. Henkilöllä C oireita ilmeni enemmän hänen nykyisillä silmälasillaan kuin suuremman tai pienemmän degression linssipareilla. Rivien sumenemisesta hän kertoi, että nykyisillä silmälasilla rivit sumenivat lähinnä pitkän (noin 10 tuntia) kestäneen työpäivän jälkeen. Sen sijaan henkilöllä D* rivien sumenemista esiintyi huomattavasti enemmän suuremman degression linssiparilla kuin hänen nykyisellä näköratkaisullaan (henkilö D* mainitsi näin tapahtuvan joka päivä). Myös pienemmän degression linssiparilla esiintyi sumenemista, mutta arvio oireiden esiintymistiheydestä oli kuitenkin pienempi.



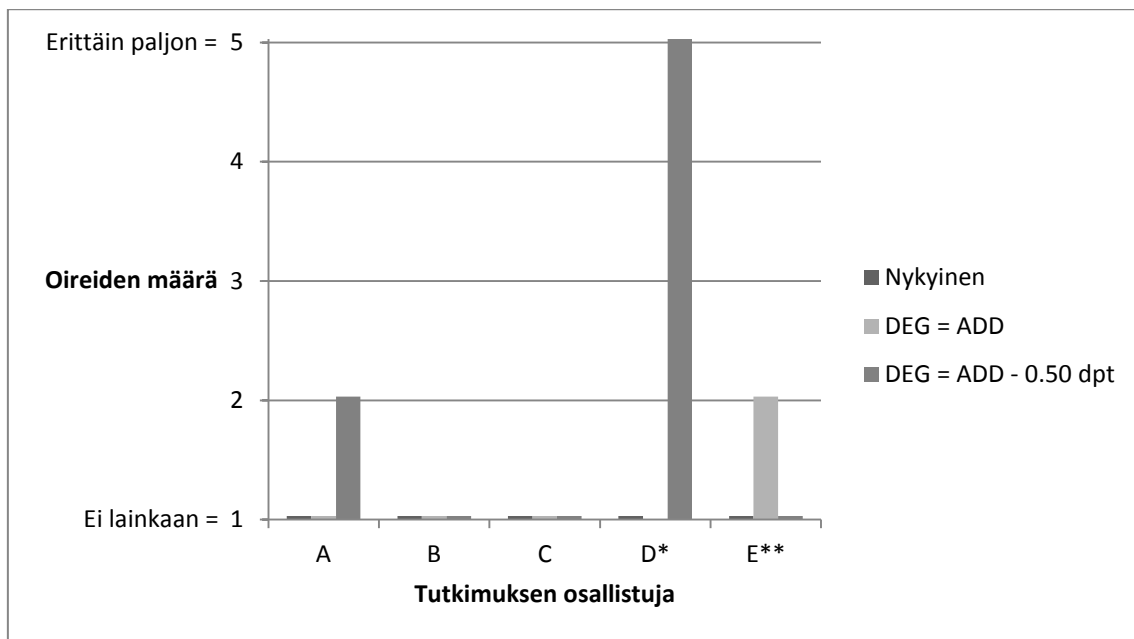
KUVIO 25. Rivien sumeneminen nykyisellä silmälasitai näköratkaisulla sekä suuremman ja pienemmän degression linssipareilla

Seuraavassa kuviossa 26 olemme esittäneet rivien hyppimisen esiintymisen nykyisellä silmälasitai näköratkaisulla sekä suuremman ja pienemmän degression linssiparilla. Pienemmän degression linssiparilla etenkin henkilöt A (ja D*) arvioivat rivien hyppimisen lisääntyneen. Henkilö A kertoi rivien hyppimistä ilmenevän iltapäivisin, kun oli katsonut pitkään näyttöpäätettä. Suuremman degression linssiparilla henkilöt C ja E** arvioivat rivien hyppimisen lisääntyneen myös jonkin verran. Henkilö C kertoi oireiden ilmenevän iltapäivällä. Myös henkilö E** mainitsi iltapäivät oireiden ilmenemisajankohdaksi (2 - 3 kertaa viikossa). Näin tapahtui etenkin väsyneenä.



KUVIO 26. Rivien hyppiminen nykyisellä silmälasitai näköratkaisulla sekä suuremman ja pienemmän degression linssipareilla

Kuviossa 27 olemme kuvanneet kaksoiskuvien ilmenemisen nykyisellä silmälasitai näköratkaisulla sekä suuremman ja pienemmän degression linssiparilla. Henkilö A kertoi kaksoiskuvista pienemmän degression linssillä, mutta tarkensi arviotaan pohtimalla, että kyse on pikemminkin rivien hyppimisestä kuin varsinaisista kaksoiskuvista. Myös henkilö E** mainitsi kaksoiskuvat ja niiden määrän lisääntymisen satunnaisesti suuremman degression linssiparilla. Hän kertoi kaksoiskuvia ilmenevän kauas katsottaessa, esiintymistiheys oli satunnainen. Henkilö D* arvioi kaksoiskuvien määrän lisääntyneen selkeästi pienemmän degression linssiparilla. Hän ei kuitenkaan kertonut tarkemmin, miten tai milloin kaksoiskuvat ilmenivät. Suuremman degression linssiparin tapauksessa hän mainitsi kaksoiskuvista, että tekstissä oli varjokuva vinoon suuntaan katsottaessa. Tätä ei tapahtunut kaikilla etäisyyksillä. Ilman laseja hän kertoi näkevänsä sivuille hyvin.



KUVIO 27. Kaksoiskuvien ilmeneminen nykyisellä silmälasii- tai näköratkaisulla sekä suuremman ja pienemmän degression linssipareilla

Kun tiedustelimme tutkimuksen osallistujilta muita mahdollisia silmiin liittyviä oireita, kertoi henkilö B seuraavaa: hän koki, että aina vaihtaessaan suuremman degression linssiparin silmälasit nykyisiin silmälasihinsa, tuntui kuin ”silmit olisivat menneet kieroon”. Silmiin kohdistui jonkin aikaa epä mukava tunne tai jännite. Henkilö D* kertoi puolestaan pienemmän degression linssiparista, että sitä käyttäessä silmit tuntuivat ilta päivästä väsyneiltä, kuin myös niska ja hartiat.

Taulukossa 8 olemme esittäneet tutkimuksen osallistujien subjektiivisen arvion erilaisten silmäoireiden esiintyvyydestä verrattaessa suuremman degression linssiparia nykyiseen silmälasii- tai näköratkaisuun, verrattaessa pienemmän degression linssiparia nykyiseen silmälasii- tai näköratkaisuun sekä verrattaessa suuremman ja pienemmän degression linssipareja toisiinsa. Henkilö A arvioi erilaisten oireiden ilmenemisessä olleen eniten eroa hänen verratessaan pienemmän degression linssiparia nykyisiin silmälasihinsa sekä verratessaan pienemmän degression linssiparia suuremman degression linssipariin. Hän arvioi, että oireita oli edellä mainituissa tapauksissa enemmän pienemmän degression linssiparilla. Myös henkilö B huomasi astenooppisissa oireissa eroja verratessaan pienemmän degression linssiparia nykyisiin silmälasihinsa, sillä hänellä oli oireita enemmän nykyisillä silmälasilla. Verratessaan suuremman ja pienemmän degression linssipareja keskenään hän ei kuitenkaan arvioinut oireiden ilmenemisessä olleen juuri eroa lins-

siparien kesken. Henkilöiden A ja B lisäksi myös henkilö D* huomasi astenooppisia oireita olleen enemmän pienemmän ja suuremman degression linssipareilla kuin ilman silmälaseja. Rivien sumenemista hän arvioi esiintyneen enemmän suuremman degression linssiparilla ja kaksoiskuvia pienemmän degression linssiparilla, kun hän vertasi näitä keskenään.

TAULUKKO 8. Astenooppisten oireiden vertailu nykyisellä silmälasi- tai näköratkaisulla sekä suuremman ja pienemmän degression linssiparilla. — = ei oireita kummallakaan vaihtoehdolla tai ei eroa kummallakaan vaihtoehdolla, S = suuremman degression linssiparilla enemmän oireita, P = pienemmän degression linssiparilla enemmän oireita, N = nykyisellä silmälasi- tai näköratkaisulla enemmän oireita

	A	B	C	D*	E**
Suuremman degression linssipari					
ja nyk. silmälasi- tai näköratk.					
Rivien sumeneminen	—	—	N	S	—
Rivien hyppiminen	S	—	—	—	—
Väsyneet silmät	—	N	—	—	—
Kaksoiskuvat	—	—	—	S	S
Selkä-, niskä-, hartiakipu	—	N	—	—	—
Pienemmän degression linssipari					
ja nyk. silmälasi- tai näköratk.					
Rivien sumeneminen	P	N	N	P	—
Rivien hyppiminen	P	—	—	P	—
Väsyneet silmät	P	N	—	—	—
Kaksoiskuvat	P	—	—	P	—
Selkä-, niskä-, hartiakipu	—	N	—	—	—
Suuremman ja pienemmän degression linssipari					
Rivien sumeneminen	P	P	—	S	—
Rivien hyppiminen	P	—	—	—	—
Väsyneet silmät	P	—	—	—	—
Kaksoiskuvat	P	—	—	P	—
Selkä-, niskä-, hartiakipu	—	—	—	—	—

7.3.4 Testilinssiparien käyttöominaisuudet

Taulukossa 9 (s. 95) olemme esittäneet tutkimuksen osallistujien subjektiivisen arvion eri silmälas- tai näköratkaisujen käyttöominaisuuksista eli pään nyökyttelyn ja pään kääntelyn määrästä sekä lähityön ja yleisen työskentelyn helppoudesta verrattaessa suuremman degression linssiparia nykyiseen silmälas- tai näköratkaisuun, verrattaessa pienemmän degression linssiparia nykyiseen silmälas- tai näköratkaisuun sekä verrattaessa suuremman ja pienemmän degression linssipareja toisiinsa. Tutkimuksen osallistajat arvioivat, että verrattaessa suuremman degression linssiparia ja nykyistä silmälas- tai näköratkaisua toisiinsa, pään nyökyttelyä oli yleisesti enemmän nykyisillä silmälasilla kuin suuremman degression linssivaihtoehdolla. Tosin henkilö E** ei tunnistanut eroa ja henkilöllä D* ei ollut silmälasia käytössään töissä. Verrattaessa pienemmän degression linssivaihtoehtoa nykyiseen silmälas- tai näköratkaisuun sekä suuremman degression linssivaihtoehtoon, pään nyökyttelyä oli enemmän pienemmän degression linssivaihtoehdolla. Pään kääntelyn tapauksessa arviot olivat hyvin samankaltaiset.

Kun tutkimuksen osallistajat vertasivat, oliko lähityö helpompaa nykyisellä silmälasiratkaisulla vai suuremman degression linssiparilla, yleisesti lähityö oli helpompaa jälkimmäisellä vaihtoehdolla (henkilö E** ei tunnistanut eroa). Verrattaessa pienemmän degression linssiparia nykyiseen silmälas- tai näköratkaisuun lähityö oli helpompaa pienemmän degression linssiparilla ainoastaan henkilöiden B ja C mielestä. Henkilöt A ja E** eivät huomanneet eroa. Kun tutkimuksen osallistajat vertasivat suuremman ja pienemmän degression linssivaihtoehtoja toisiinsa lähityön helppouden osalta, lähityö oli helpompaa henkilöiden A ja B mielestä suuremman degression linssiparilla. Henkilö C ei huomannut eroa. Henkilön E** mielestä lähityö oli helpompaa pienemmän degression linssiparilla. Henkilö D* arvioi lähityön helpoimmaksi kokonaan ilman silmälasia. Verrattaessaan testilinssipareja keskenään lähityö oli hänen mielestään helpompaa suuremman degression linssiparilla.

Verrattaessa yleisen työskentelyn helppoutta nykyisellä silmälas- tai näköratkaisulla suuremman degression linssipariin oli yleinen työskentely helpompaa suuremman degression linssiparilla henkilöiden B ja E** mielestä. Henkilöt A ja C eivät huomanneet eroa. Pienemmän degression linssiparin tapauksessa yleinen työskentely oli helpompaa nykyisillä silmälasilla henkilöiden A ja E** mielestä. Henkilöt B ja C arvioivat yleisen työskentelyn helpoimmaksi pienemmän degression linssiparilla. Kun tutkimuksen osallistajat vertasivat yleisen työskentelyn helppoutta suuremman ja

pienemmän linssiparin kesken, henkilöt B ja C eivät arvioineet tässä olevan eroa. Henkilön E** mielestä yleinen työskentely oli helpompaa pienemmän degression linssiparilla ja henkilön A mielestä puolestaan suuremman degression linssiparilla. Henkilön D* mielestä yleinen työskentely oli helpointa kokonaan ilman silmälaseja, eikä hän osannut arvioida, oliko yleisen työskentelyn helppoudessa eroa testilinssiparien kesken.

TAULUKKO 9. Pään kääntelyn ja nyökyttelyn sekä lähityöskentelyn ja yleisen työskentelyn helppouden vertailu nykyisellä silmälasi- tai näköratkaisulla, suuremman degression linssillä ja pienemmän degression linssillä. — = vaihtoehdoilla ei eroa, S = suuremman degression linssipari, P = pienemmän degression linssipari, N = nykyinen silmälasi- tai näköratkaisu

	A	B	C	D*	E**
Nykyinen silmälasi- tai näköratkaisu					
ja suuremman degression linssipari					
Pään nyökyttelyä enemmän	N	N	N	S	—
Pään kääntelyä enemmän	S	S	N	S	S
Lähityö helpompaa	S	S	S	N	—
Yleinen työskentely helpompaa	—	S	—	N	S
Nykyinen silmälasi- tai näköratkaisu					
ja pienemmän degression linssipari					
Pään nyökyttelyä enemmän	P	N	N	P	P
Pään kääntelyä enemmän	P	N	—	P	P
Lähityö helpompaa	—	P	P	N	—
Yleinen työskentely helpompaa	N	P	P	N	N
Suuremman degression linssipari					
ja pienemmän degression linssipari					
Pään nyökyttelyä enemmän	P	P	—	P	P
Pään kääntelyä enemmän	P	P	—	P	P
Lähityö helpompaa	S	S	—	S	P
Yleinen työskentely helpompaa	S	—	—	—	P

Kun tutkimuksen osallistujat vertasivat edellä kuvattuja silmälasien niin sanottuja käyttöominaisuuksia toisiinsa, he kertoivat muun muassa seuraavaa. Suuremman degression linssiparin tapauksessa henkilö B mainitsi pään kääntelyn yhteydessä, että hän näki nykyisillä silmälasillaan paremmin sivuille. Yleisen työskentelyn helppoutta käsiteltäessä henkilö C totesi (verratessaan suuremman degression linssiparia ja nykyisiä silmälasia toisiinsa), että kummassakin oli puolensa. Nykyisillä silmälasilla hän kertoi näkevänsä kauas, mutta suuremman degression linssiparilla näin ei ollut. Myös pienemmän degression linssiparista hän jatkoi samankaltaisella pohdinnalla. Henkilö C mainitsi, että kävellessä hänen nykyiset silmälasinsa olivat paremmat, koska niillä kaukonäkö oli parempi. Henkilö E** puolestaan kertoi suuremman degression linssiparista, että yleinen työskentely oli niillä helpompaa, koska lasien asentoa ei tarvinnut korjata kasvoilla.

Tutkimuksen osallistujista henkilö A koki suuremman ja pienemmän degression linssiparien käytön hankalaksi lähietäisyydeltä lukiessa. Lukiessa hän joutui nostamaan paperin asentoa. Asiakkaitakaan hän ei nähnyt täysin terävästi, vaikka niin sumeita he eivät olleet, ettei tunnistaisi. Siksi viimeksi mainittu seikka ei ollut hänestä niin merkittävä. Myös pienemmän degression linssiparilla lähietäisyydeltä lukeminen tuntui henkilöstä A hankalalta. Näyttöpäätteelle katsoessaan hän joutui kumartumaan lähemmäs, samoin pöydällä olevaa aineistoa katsoessaan. Asiakkaatkin olisivat voineet näkyä terävämmin. Lisäksi henkilö A kertoi kävelemisen olevan pienemmän degression linssiparilla hankalaa. Myös henkilöt B ja C kokivat kävelemisen aluksi vaikeaksi käyttäessään suuremman degression linssiparia käyttäessään. Henkilöt B ja E** mainitsivat lisäksi portaiden käyttämisen vaikeaksi suuremman degression linssiparilla, tosin henkilö E** ei käyttänyt portaissa nykyisiäkään silmälasiaan (toimistomonitehot). Kävelemisen ja portaissa kulkemisen hankaluus korostui entisestään pienemmän degression linssiparilla, kun kauas ei nähnyt niin hyvin (maininta henkilöiltä A, B, C). Myös henkilö D* kertoi kävelemisen vaikeudesta pienemmän degression linssiparilla. Molempien linssiparien tapauksessa hän mainitsi, ettei nähnyt kunnolla näyttöpäätteelle.

7.3.5 Testilinssipareihin tottuminen

Tarkasteltaessa tutkimuksen osallistujien tottumista suuremman ja pienemmän degression linssipareihin ainoastaan henkilö C tottui pienemmän degression linssipariin mielestään selkeästi paremmin kuin suuremman degression linssipariin. Toisaalta hän asennoitui uusien lasien mahdollisesti vaatimaan totutteluun hyvin, sillä hän oli varautunut siihen, että totutteluun kuluisi aikaa.

Pienemmän depression linssipariin totumisesta tutkimuksen osallistujat kertoivat, että siihen tottui melko hyvin (E**), ei tottunut niin nopeasti (B) tai pienemmän depression linssipariin tottui paremmin (C). Suuremman depression linssipariin totumisesta tutkimuksen osallistujista neljä (henkilöt A, B, C, E**) kertoivat, että siihen tottui heti, tai tottuminen onnistui hyvin. Henkilö D* puolestaan koki totumisen olevan vaikeaa tai hankalaa sekä suuremman että pienemmän depression linssiparilla. Hän kertoi, että päättä täytyi liikutella ja hakea ”kuvakulmia”.

Tutkimuksen osallistujien verratessa oliko suuremman tai pienemmän depression linssipariin helpompi tottua, he kertoivat muun muassa seuraavaa: henkilö A oli tottunut suuremman depression linssipariin noin päivässä, mutta pienemmän depression linssipariin hän ei tottunut juuri ollenkaan testijakson aikana. Tottuminen oli hänestä vaikeampaa, koska ongelmia oli enemmän. Myös henkilö B kertoi tottuneensa suuremman depression linssipariin paremmin, sillä oikea katselekohta linssistä löytyi vaivattomammin pienemmän depression linssipariin verrattuna. Lisäksi suuremman depression linssiparilla käveleminen oli helpompaa. Myös henkilö E** kertoi tottuneensa suuremman depression linssipariin helpommin. Hän ei kuitenkaan eritellyt syitä tarkemmin. Henkilö D* kertoi, että ehkä tottui pienemmän depression linssipariin sen vuoksi hieman helpommin, kun oli aikaisemmin tottunut jo jonkin verran suuremman depression linssipariin. Henkilö C puolestaan arvioi tutkimuspäiväkirjassaan pienemmän depression linssipariin totumista seuraavasti.

”31.5. Tuntuu erilaiselta kuin edelliselt! Niin kuin olisivat ”pienempi tehoiset”, oikea linssi on erilainen?

4.6. Muuten näkee aivan hyvin, ei ehkä kuitenkaan 1. linssien veroiset. Ei huimaa yhtä paljon kun lähtee pöydän äärestä. Tuntuu kuin olisivat todellakin ”pienempi tehoiset”.

6.6. Onko taas tottunut näihin paremmin → Tuntuu siis että näilläkin näkyy riittävän hyvin. Paremmin kuin noilla omilla 2-tehoisilla.

7.6. Lasit tuntuu koko ajan mukavammalta käyttää. Ei huimaa, eikä huojuta!

8.6. Unohtuu jopa päähän kun nousee paikaltaan.”

Tottumiseen liittyvinä oireina tutkimuksen osallistujilla ilmeni muun muassa keinumisen tunnetta (henkilö A molemmilla linssipareilla). Pienemmän depression linssiparilla henkilö A kertoi tottumiseen liittyviksi oireiksi myös näön sumenemisen ja päänsäryn. Henkilö B puolestaan kertoi pienemmän depression linssipariin totumisesta, että sen aikana vasen silmä tuntui vetävän ohimoon

päin. Kaikki näytti hänestä myös aluksi suurelta ja siltä kuin asiat olisivat olleet lähempänä kuin todella olivat. Henkilöllä C oli suuremman degression linssipariin tottuessaan aluksi oireina keinumisen ja epätodellisuuden tunnetta sekä huimausta. Aluksi hän koki käytävällä kävelyn hankalaksi. Henkilö D* kuvaili linssipareihin tottumista testipäiväkirjassaan seuraavasti.

”2.5. Huimaa ja näkyy huonosti, en voi pitää laseja.

4.5. Kun kirjoittaa on aika ok, mutta ei muuten.

7.5. Näen ruudun paremmin ja selk. ilman laseja.”

(Suuremman degression linssipari)

”18.5. Päättä pitää liikutella aika lailla (hakea ”kuvakulmia”).

22.5. Tuntuu, että näkökenttä on suppeampi kuin edellisillä laseilla.

25.5. Leuka pitää olla ihan alhaalla että näkee ruudulle kunnolla.

30.5. Kirjoittaminen, papereiden lukeminen ihan ok.”

(Pienemmän degression linssipari)

7.3.6 Näkeminen työssä

Tutkimuksen osallistujat arvioivat *näkemisen laatua suuremman ja pienemmän degression linssipareilla* muun muassa seuraavasti: suuremman degression linssiparilla henkilö A kertoi näkemisen laadun olevan hyvä, kun hän katsoi suoraan. Myös silloin näkemisen laatu oli hyvä, kun luettava teksti oli kohtisuoraan edessä. Jos kohde, esimerkiksi tarkasteltava teksti, oli sivussa, joutui hän kääntelemään päätä ja hakemaan oikeaa katselukohtaa linssistä. Linssin lukuosalla hän ei myöskään nähnyt kunnolla aineistoon työpöydällä. Henkilö A joutui hakemaan pienemmän degression linssiparilla oikeaa katselukohtaa enemmän sekä vaaka- että pystysuunnassa kuin suuremman degression linssiparilla. Myös henkilöt B ja D* mainitsivat katseen sivusuunnassa ilmenevän epätarkkuuden (suuremman degression linssipari) sekä oikean katselukohdan hakemisen (pienemmän degression linssipari). Henkilö D* kirjoitti päiväkirjaansa suuremman degression linssiparista:

”Jotenkin kummasti jostain lasien reunoilta teksti näkyy huonosti. Jos työnnän pään ihan lähelle näyttöä näen tekstin ruudulta aika hyvin.”

Henkilö E** piti näkemisen laatua kohtuullisen hyvänä suuremman degression linssiparilla, pienemmän degression linssiparin kohdalla hän kertoi katsovansa kehyksen yli. Henkilö C arvioi suuremman degression linssiparilla näkemisen laadun olevan erinomaista. Hän kertoi työympäristönsä ja näkönsä kirkastuneen testilinssiparin myötä. Pienemmän degression linssiparia henkilö C kuvasi ”lempeämmäksi” kuin suuremman degression linssiparia. Viimeksi mainittu oli hänestä ”raskaampi”.

Kun tutkimuksen osallistujat vertasivat *työnäkemistään suuremman degression linssiparilla nykyiseen silmälasitai näköratkaisuunsa*, henkilö A kertoi päätetyön olevan helpompaa suuremman degression linssiparilla verrattuna nykyisiin silmälasihin. Hän kuitenkin täydensi vastaustaan mainitsemalla näyttöpäätteen äänilaidoista: jos ne eivät olleet käytössä, linssipari toimi hyvin. Henkilön A mielestä paperityöt olivat kuitenkin vaikeampia suuremman degression linssiparilla, koska hän ei nähnyt lukea kovin hyvin (parhaiten hän näki lukea kokonaan ilman silmälasia). Myös henkilöt B ja C arvioivat näkevänsä näyttöpäätteelle paremmin suuremman degression linssiparilla kuin nykyisillä silmälasillaan. Henkilö B mainitsi myös näkevänsä pöydällä olevan aineiston paremmin, eikä hänen tarvinnut enää kumartua sitä katsomaan (nykyisillä silmälasilla täytyi). Henkilön E** mielestä työskentely sujui ihan hyvin sekä suuremman degression linssiparilla että hänen nykyisillä silmälasillaan. Näyttöpäätteelle katsomisesta hän mainitsi, että suuremman degression linssiparilla joutui kääntelemään enemmän päätä kuin hänen nykyisillä lasillaan. Henkilö D* kertoi työnäkemisensä olevan parempaa ilman lasia.

Arvioitaessa *suuremman degression linssiparin miellyttävyyttä työssä nykyiseen silmälasitai näköratkaisuun* verrattuna henkilöt B ja C arvioivat ne miellyttävämmiksi kuin nykyiset silmälasinsa. Henkilö A kertoi nykyisten lasiensa olevan toisissa tilanteissa paremmat kuin suuremman degression linssiparin silmälasit. Sama päti myös toisin päin. Hän ei kuitenkaan tarkemmin eritellyt mainitsemiaan tilanteita. Henkilö E** ei osannut arvioida, oliko suuremman degression linssiparin ja hänen nykyisten silmälasiansa välillä juuri eroa. Hän piti nykyisistä silmälasistaan muuten enemmän, mutta testilinssiparien kehys istui hänestä kasvoilla nykyisiä silmälasia paremmin. Henkilön D* mielestä lasetta työskentely oli miellyttävintä: suuremman degression linssiparista tuli pidempään käytettynä huono olo ja ne oli pakko ottaa pois.

Kun tutkimuksen osallistujat vertasivat *työnäkemistään pienemmän degression linssiparilla nykyiseen silmälasitai näköratkaisuunsa*, henkilöt A, B ja E** kertoivat, että näkeminen kauas tai ym-

päristöön oli parempaa nykyisillä silmälaseilla. Henkilö A kuitenkin kertoi, ettei nähnyt lukea nykyisillä silmälaseilla kovin hyvin (pienemmän degression linssipari oli tältä kannalta parempi). Henkilö B kuvaili nykyisten monitehojensa olevan muuten samanlaiset kuin pienemmän degression linssiparin silmälasit paitsi, ettei pienemmän degression linsseillä nähnyt yhtä hyvin kauas eikä monitehoilla nähnyt yhtä hyvin näyttöpäätteelle kuin pienemmän degression linssiparilla. Henkilö C piti työnäkemisestään enemmän pienemmän degression linssiparilla, koska se oli "lempeämpi". Myös tottumiseen liittyviä oireita, kuten huimausta, esiintyi vähemmän. Henkilö D* piti työnäkemisestään enemmän ilman laseja kuin pienemmän degression linssillä.

Arvioidessaan *pienemmän degression linssiparin miellyttävyyttä työssä nykyiseen silmälasitai näköratkaisuun* verrattuna tutkimuksen osallistujat kertoivat muun muassa seuraavaa. Henkilöt A ja E** kertoivat, että nykyiset silmälasit tuntuivat työssä miellyttävämiltä kuin pienemmän degression linssipari. Henkilöt B ja C puolestaan arvioivat pienemmän degression linssiparin miellyttävämmäksi työssä kuin nykyiset silmälasinsa. He kertoivat näkevänsä pienemmän degression linssiparilla paremmin näyttöpäätteelle. Myös lukeminen onnistui nykyisiin silmälaseihin verrattuna henkilöillä C ja B paremmin, kun he käyttivät pienemmän degression linssiparia. Henkilö C mainitsi lukeneensa pienemmän degression linssiparin silmälaseilla myös sanomalehteä, mikä sekin oli miellyttävämpää kuin monitehoilla sanomalehden lukeminen. Henkilön D* mielestä lauseita työskentely oli miellyttävintä.

Kun tutkimuksen osallistujat vertasivat *työnäkemistään sekä sen miellyttävyyttä suuremman ja pienemmän degression linssipareilla*, henkilö A kertoi, että näyttöpäätetyöskentely oli hyvää suuremman degression linssiparilla. Tällä linssivaihtoehdolla hän koki myös näkevänsä näytöltä suuremman alueen kuin pienemmän degression linssiparilla. Pienemmän degression linssiparilla joutuikin näyttöpäätetyössä kääntelemään enemmän päätä ja kumartumaan lähemmäs. Siten suuremman degression linssipari tuntui työssä miellyttävämmältä, koska pienemmän degression linssiparin kanssa oli enemmän ongelmia. Myös henkilö B koki näkevänsä suuremman degression linssiparilla paremmin kuin pienemmän degression linssiparilla (näyttöpäätetyöskentely ja lukeminen onnistuivat paremmin). Näkemisessä asiakkaaseen ei ollut linssiparien kesken hänestä eroa. Koska suuremman degression linssiparilla näkeminen oli "selvempää", oli se henkilön B mielestä myös miellyttävämpi vaihtoehto. Myös henkilö E** piti enemmän suuremman degression linssiparista, koska hän koki näkevänsä "ympäristön" niillä hieman paremmin. Henkilö C puolestaan kertoi työnäkemisestään, että pienemmän degression linssiparilla oli esiintynyt haamukuvia.

Hän kuitenkin tähdensi jälleen, että tämä oli ”lempeämpi” kuin suuremman degression linssipari. Suuremman degression linssipari tuntui henkilöstä C ”liian tehokkaalta”. Kyseisellä linssiparilla näki paremmin myös kauas, mutta ero ei ollut merkittävä, muuten tarkka näkeminen oli molemmilla linssipareilla yhtä hyvää. Miellyttävämmän pienemmän degression linssiparista teki henkilön C mielestä se, että se oli lempeämpi, eikä hän tuntenut huimausta, kun käveli laseja käyttäessään (hän mainitsi olevansa herkkä matkapahoinvoinnille). Henkilö D* koki molemmat linssiparit hankaliksi. Hänen olikin vaikea sanoa, kumpiko niistä olisi ollut parempi tai huonompi.

7.3.7 Testilinssiparien odotukset ja hyvät ja huonot puolet

Seuraaviin taulukoihin 10 ja 11 olemme koonneet tutkimuksen osallistujien suuremman ja pienemmän degression linssipareihin liittyvät odotukset ja niiden täyttymisen.

TAULUKKO 10. Suuremman degression linssiparien odotukset ja niiden täytyminen

	Odotukset	Odotusten täytyminen
A	Pääte- ja lähityöskentelyn helpottuminen. Lukemisen helpottuminen. Pärjäisi työympäristössä yksillä silmälaseilla.	Päätetyössä muuten ok, mutta päätä täytyi kääntää. Eli eivät täysin vastanneet odotuksia. Miinusta myös lukemisen vaikeudesta. Vastasivat odotuksia 70%.
B	Näkisi kumartumatta näytölle.	Näköalueen laajuus ei ehkä täysin odotettu, eli ihan täysin eivät vastanneet odotuksia, koska ei näe sivuille niin tarkasti.
C	Pelkäsi, että laseista tulee päänsärkyä. Ajatteli, että eivät olisi välttämättä kovin hyvät.	Yllättyi positiivisesti, miten hyvät lasit olivat. Olivat paremmat kuin ajatteli lasien etukäteen olevan.
D*	Saisi apua päivän aikana tapahtuvaan silmien väsymiseen ja rasittumiseen.	Ei auttanut vaivoihin, silmien rasittumiseen ja väsymiseen. Eivät vastanneet odotuksia, kun laseja ei pystynyt käyttämään.
E**	Näkisi toimia ja työskennellä hyvin. Uskoi lasien olevan toimivat.	Vastasivat hyvin odotuksia.

Suuremman degression linssiparin odotukset täyttyivät henkilöiden C ja E** kohdalla. Henkilöiden A ja B odotukset täyttivät vain osittain. Henkilön D* odotukset eivät täytyneet.

TAULUKKO 11. Pienemmän degression linssiparien odotukset ja niiden täytyminen

	Odotukset	Odotusten täytyminen
A	Pääte- ja lähityöskentelyn helpottuminen. Lukemisen helpottuminen. Pärjäisi työympäristössä yksillä silmälaseilla.	Täyttivät odotukset huonosti. Joutui muun muassa kumartumaan nähdäkseen paremmin. Myös keinumisen tunne häiritsi. Laseihin ei tottunut.
B	Näkisi kumartumatta näytölle.	Ei ihan vastannut sitä, mitä oli ajatellut, ei nähnyt ihan niin hyvin. Ensimmäinen linssipari tuntui paremmalta.
C	Pelkäsi, että laseista tulee päänsärkyä. Ajatteli, että eivät olisi välttämättä kovin hyvät.	Täyttivät odotukset hyvin.
D*	Saisi apua päivän aikana tapahtuvaan silmien väsymiseen ja rasittumiseen.	Ei muutosta edelliseen. Eivät siten vastanneet odotuksia.
E**	Näkisi toimia ja työskennellä hyvin. Uskoi lasien olevan toimivat.	Vastasivat odotuksia melko hyvin

Pienemmän degression linssiparin odotukset täyttyivät hyvin ainoastaan henkilön C kohdalla. Linssipari kuitenkin vastasi myös melko hyvin henkilöiden E** ja B odotuksia. Henkilöiden A (ja D*) odotukset eivät täytyneet. Seuraaviin taulukoihin 12 ja 13 olemme koonneet linssiparien hyviä ja huonoja puolia yleisesti.

TAULUKKO 12. Suuremman ja pienemmän degression linssiparin yleisiä hyviä puolia

Suuremman degression linssipari	Pienemmän degression linssipari
Helppo tottua (A, B, C, E ^{**})	Helppo tottua (C)
Näkee tarkasti (C)	Lempeät (C)
Näkee hyvin näytölle (A, B, C, E ^{**})	Näkee hyvin näytölle (B, C, E ^{**})
Näkee hyvin lukea (B, C, E ^{**})	Kirjoittaminen ja lukeminen ok (D [*])
Näkee asiakkaan riittävän hyvin (B, C, E ^{**})	Näkee asiakkaan riittävän hyvin (B, C, E ^{**})
Toimivat työtehtävissä miellyttävästi (B, C)	
Toimivat kokouksissa (E ^{**})	
Hyvät ompelukoneella ommellessa (A)	

TAULUKKO 13. Suuremman ja pienemmän degression linssiparien yleisiä huonoja puolia

Suuremman degression linssipari	Pienemmän degression linssipari
Aluksi vaikea tottua (A, B, C, D [*] , E ^{**})	Tottuminen vei kauemmin kuin edellisellä testi- parilla (A, B, D [*])
Käveleminen hankalaa (B)	Käveleminen hankalaa (A, B, C, D [*])
Portaiden käyttö vaikeaa (B, E ^{**})	Portaiden käyttö vaikeaa (A, B, C, E ^{**})
Pään nyökyttelyä ja kääntelyä (A, D [*] , E ^{**})	Pään nyökyttelyä ja kääntelyä (A, B, D [*] , E ^{**})
Ei näe hyvin aineistoa pöydällä (A)	Ei näe hyvin aineistoa pöydällä (A)
Joutuu kumartumaan näyttöpäätteelle (D [*])	Joutuu kumartumaan näyttöpäätteelle (A, D [*])
Ei näe niin tarkasti kauas (A, B)	Ei näe niin tarkasti kauas (A, B, C, D [*] , E ^{**})
Reunoilla sumeutta (A, B, D [*])	Reunoilla sumeutta (A, B, C, D [*] , E ^{**})
Rivien hyppiminen (C, E ^{**})	Rivien hyppiminen (A, D [*])
Huimausta (C, D [*])	Päänsärkyä (A)
Pitkään käyttäessä huono olo (D [*])	

7.3.8 Testilinssiparien kouluarvosanat ja jättäminen kehykseen

Seuraavassa taulukossa 14 olemme esittäneet tutkimuksen osallistujien suuremman ja pienemmän degression linssipareille antamat kouluarvosanat. Taulukosta löytyvät myös linssiparien saamat arvosanojen keskiarvot.

TAULUKKO 14. Tutkimuksen osallistujien suuremman ja pienemmän degression linssipareille antamat kouluarvosanat

	Suuremman degr. linssipari	Pienemmän degr. linssipari
A	8,5	5
B	8	9
C	9,5	9
D*	4,5	5,5
E**	9	8
Keskiarvo (D* ei mukana)	8,75	7,75
Keskiarvo (kaikki mukana)	8	7,25

Taulukossa 15 on esitetty tieto tutkimuksen päätteeksi sen osallistujien silmälasikehyksiinsä haluamista suuremman tai pienemmän degression linssivaihtoehtoista. Henkilöt A, B ja E** valitsivat suuremman degression linssiparin. Henkilöt C ja D* valitsivat puolestaan pienemmän degression linssiparin.

TAULUKKO 15. Tutkimuksen osallistujien kehyksiinsä jättämät suuremman ja pienemmän degression linssiparit

	Suuremman degr. linssipari	Pienemmän degr. linssipari
A	X	
B	X	
C		X
D*		X
E**	X	

7.4 Näköaluemittaukset

Näköaluemittausten tarkoitus oli arvioida käyttökelpoisten binokulaaristen näköalueiden kokoa tutkittavilla silmälasilinsseillä. Tarkoitus oli siis selvittää, miten vertailtavilla linssipareilla oikeasti näkee eri etäisyyksille ja katsesuuntiin, jotta voidaan tehdä vertailuja teorian tietoon ja kyselyiden tuloksiin. Kolmiulotteisen näköalueen käsitteen määrittelimme luvussa 2.3 ja mittausten teknisestä toteutuksesta kerroimme luvussa 6.6.

7.4.1 Teoreettiset näköalueet

Näköalueiden syvyysuuntaista pituutta vertailtavilla silmälasilinsseillä voidaan arvioida osallistujan objektiivisen akkommodaatiolaajuuden, syvätarkkuuden sekä linssien lähiläisävoimakkuuksien (kauko- ja lähialueet) perusteella. Koska kaikki osallistujat ovat yli 50-vuotiaita, oletamme objektiivisen akkommodaatiolaajuuden olevan nolla (ks. kuvio 6, s. 25). Syvätarkkuudeksi arvioimme Campbellin kaavan (ks. kaava 2, s. 15) perusteella 4 millimetrin pupillin koolla lasketun likiarvon $\pm 0,25$ dioptriaa seuraavasti:

$$E = \pm \left\{ \left(\frac{0,75}{4} \right) + 0,08 \right\} \approx \pm 0,25 \text{ (dpt)}$$

Tällöin esimerkiksi tarkennusetäisyyden ollessa 50 senttimetriä (-2,00 dpt) on syvätarkkuusalue kaavan 1 mukaan:

$$E = L_d - L_p$$

$$L_d = -2,00 \text{ dpt} + 0,25 \text{ dpt} = -1,75 \text{ dpt}$$

$$L_p = -2,00 \text{ dpt} - 0,25 \text{ dpt} = -2,25 \text{ dpt}$$

$$E = (-1,75 \text{ dpt}) - (-2,25 \text{ dpt}) = 0,50 \text{ dpt}$$

$$l_p = 1 / L_p = 1 / -2,25 \text{ dpt} \approx -0,44 \text{ m}$$

$$l_d = 1 / L_d = 1 / -1,75 \text{ dpt} \approx -0,57 \text{ m}$$

Tarkkana näkyvä alue syvyysuunnassa on siis 44 - 57 senttimetriä.

Vertailtavien linssien voimakkuudet kaukoalueella ovat suuremman degression linssiparissa sama kuin täyskorjattu refraktio kauas ja pienemmän degression parissa täyskorjattu refraktio kauas

+ 0,50 dioptriaa. Lähialueen voimakkuus on aina täyskorjattu refraktio kauas + lähilä. Tutkimuksen osallistujien lähilä on 2,00 tai 2,25 (dpt). Osallistujien teoreettiset syvyysuuntaiset näköalueet vertailtavilla linsseillä on esitetty taulukossa 16.

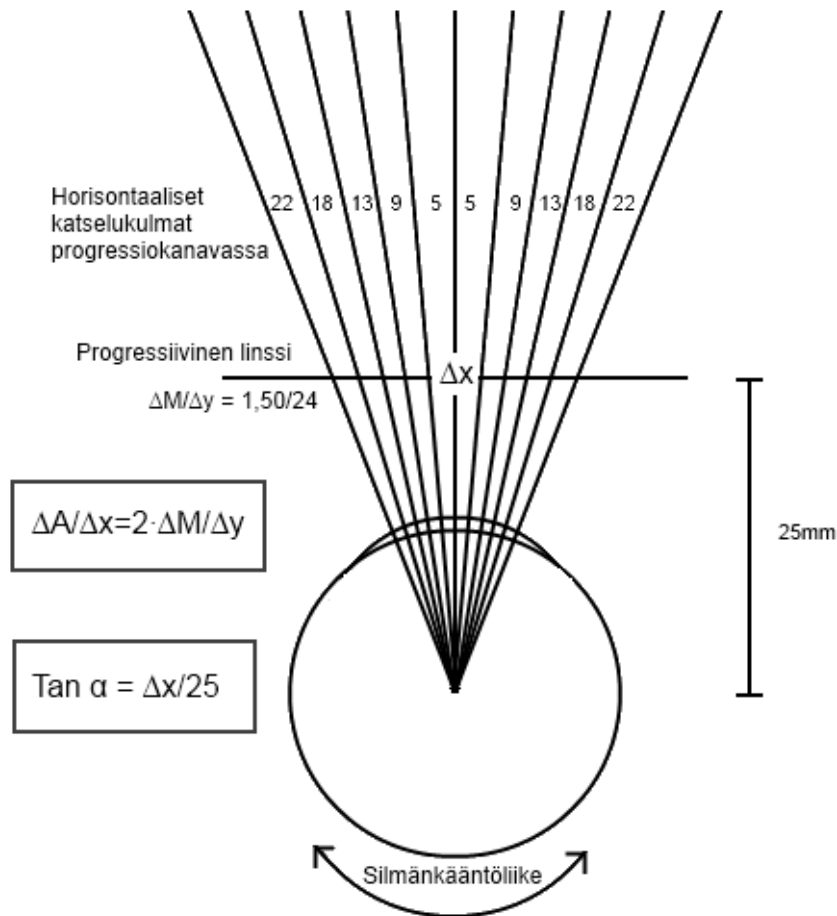
TAULUKKO 16. Näköalueiden teoreettiset koot syvyysuunnassa suuremman ja pienemmän degression linssipareilla sekä ilman silmälaseja (syvätarkkuusalue: Campbellin kaava, ks. kaava 2, mustuainen 4 mm). Näköalueet ilman silmälaseja on laskettu sfäärisen ekvivalenttivoimakkuuden mukaan. Taulukkoon on myös merkitty tutkimuksen osallistujien lähilä

	A	B	C	D*	E**	F
ADD	2,25	2,00	2,00	2,00	2,00	2,25
Deg = ADD	40 - ∞	44 - ∞	44 - ∞	44 - ∞	44 - ∞	40 - ∞
Deg = ADD - 0,50 dpt	40 - 400	44 - 400	44 - 400	44 - 400	44 - 400	40 - 400
Ilman laseja, OD / OS	36 - 44 / 40 - 50	17 - 19 / 19 - 21	47 - 62 / 36 - 44	100 - 200 / 89 - 160	- / -	- / -

Näköalueen leveysuuntaista kokoa rajoittavat progressiokanavan reuna-alueiden vääristymät, joista selvästi tärkein on ei-toivottu astigmatismi. Astigmatismien määrää progressiokanavan lähelä voidaan arvioida Minkwitzin lauseella (ks. luku 3.1 ja kuvio 9). Katselukulmien aiheuttamat siirtymät progressiokanavan keskilinjasta olemme laskeneet olettaen silmäkääntöpisteen etäisyyden linsistä olevan 25 millimetriä (ks. kuvio 28). Voimakkuuden muutosnopeuden kanavassa oletamme olevan vakio. Linssin paksuutta, kaarevuutta tai asentoa kehyksessä ei ole otettu huomioon. Kanavan leveys on laskettu astigmaattisuuden arvolla cyl < 0,50 dioptriaa, koska Rabbettin (1999, 85) mukaan astigmaattisessa kuvautumisessa verkkokalvolle lankeavien hajontaympyröiden koko (pienimmän hajonnan ympyrässä) on noin puolet dioptrioissa samansuuruisen sfäärisen kuvausvirheen hajontaympyröiden koosta. Siten 0,50 dioptrian astigmaattinen virhe vastaa noin 0,25 dioptrian sfääristä virhettä (Rabbettin 1999, 85).

Astigmaattinen kuvausvirhe eri katselukulmilla

$$\Delta A = 1,25 \ 1,00 \ 0,75 \ \boxed{0,50} \ 0,25 \ 0 \ 0,25 \ \boxed{0,50} \ 0,75 \ 1,00 \ 1,25$$



KUVIO 28. Teoreettinen näköalueen leveys progressiokanavassa Minkwitzin lauseella laskettuna. Astigmaattisuus kanavan keskilinjalta sivulle mentäessä kasvaa kaksi kertaa niin nopeasti kuin voimakkuus muuttuu kanavassa. Esimerkkinä Piiiset Office PD:n progressiokanavan pituus (24 mm) ja yksi vertailtavista degressioista (1,50). Progressiokanavan leveydeksi (Cyl < 0,50 D) saadaan katselusektorina noin (9 + 9) 18 astetta

Minkwitzin lauseella (ks. kaava 10) laskettu kanavan leveys keskilinjasta mitaten yhdellä vertailtavalla Office PD -linssin degressiolla (1,50 dpt):

$$\Delta x = \frac{0,50 \text{ dpt} \cdot 24 \text{ mm}}{2 \cdot 1,50 \text{ dpt}} = 4 \text{ mm}$$

Δx = etäisyyden muutos vaakasuorassa suunnassa progressiokanavan keskustasta eli niin sanotusta napanuorasta

ΔA = astigmaattisuuden muutos (0,50 dpt)

ΔM = voimakkuuden muutos kanavassa (1,50 dpt)

Δy = kanavan pituus (24 mm)

Katselukulma voidaan laskea seuraavasti:

$$\tan \alpha = \frac{\Delta x}{25 \text{ mm}}, \text{ missä}$$

25 millimetriä on silmäkääntöpisteen etäisyys linssistä (ks. kuva 28). Tällöin katsekulmaksi saadaan:

$$\tan \alpha = \frac{4 \text{ mm}}{25 \text{ mm}} \rightarrow \alpha \approx 9 \text{ astetta.}$$

Silmän katsoessa 9 astetta sivusuuntaan kyseisen linssin progressiokanavan kohdalla on ei-toivotun astigmatismien määrä siis noin 0,50 dioptriaa. Tällöin näöntarkkuuden pitäisi heikentyä hieman (noin yksi rivi, ks. taulukko 17). Tutkimuksen osallistujien teoreettiset leveysuuntaiset näköalueet ja vertailtavien linssien ei-toivottu astigmatismi sivuttaisilla katselukulmilla on esitetty taulukossa 18. On kuitenkin syytä huomata, että laskut ovat vain suuntaa-antavia.

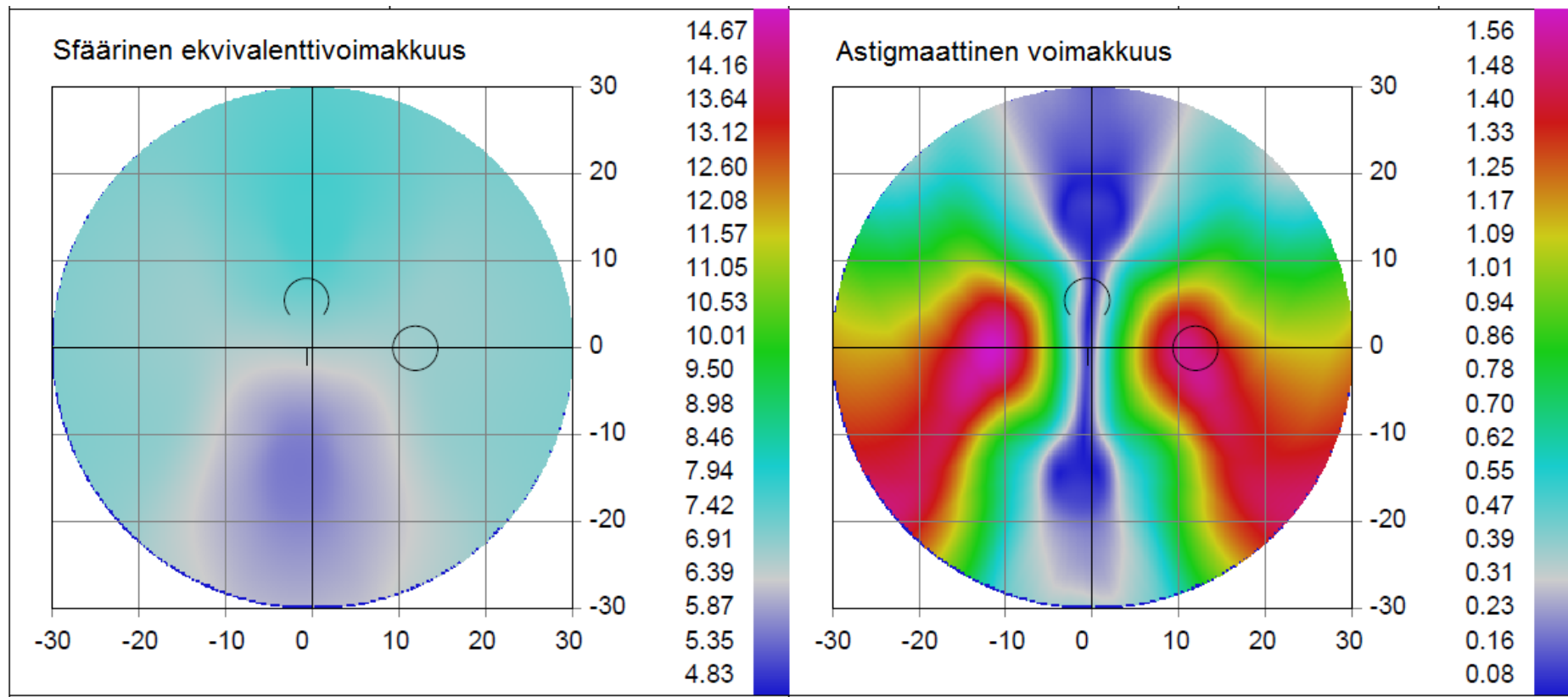
TAULUKKO 17. Korjaamattoman sfäärisen voimakkuuden ja sylinterivoimakkuuden vaikutus näöntarkkuuteen (Mukaihen Benjamin & Borish 2006, 799)

Näöntarkkuus (logMAR)	Korjaamaton sfäärinen voi- makkuus (dpt)	Korjaamaton sylinterivoi- makkuus (dpt)
0.0	≤ 0,25	≤ 0,25
0.2	0,50	1,00
0.3	0,75	1,50
0.5	1,00	2,00
0.6	1,50	3,00

TAULUKKO 18. Ei-toivottu astigmatismi sivuttaisissa katselukulmissa progressiokanavassa sekä näköalueiden leveydet katselusektoreina (Minkwitzin mukaan, ks kaava 9)

	A	B	C	D*	E**	F
Deg = ADD /	2,25 / 1,75	2,00 / 1,50	2,00 / 1,50	2,00 / 1,50	2,00 / 1,50	2,25 / 1,75
Deg = ADD - 0,50 dpt						
5°	0,41 dpt / 0,32 dpt	0,36 dpt / 0,27 dpt	0,36 dpt / 0,27 dpt	0,36 dpt / 0,27 dpt	0,36 dpt / 0,27 dpt	0,41 dpt / 0,32 dpt
10°	0,83 dpt / 0,64 dpt	0,73 dpt / 0,55 dpt	0,73 dpt / 0,55 dpt	0,73 dpt / 0,55 dpt	0,73 dpt / 0,55 dpt	0,83 dpt / 0,64 dpt
15°	1,26 dpt / 0,98 dpt	1,12 dpt / 0,84 dpt	1,12 dpt / 0,84 dpt	1,12 dpt / 0,84 dpt	1,12 dpt / 0,84 dpt	1,26 dpt / 0,98 dpt
20°	1,71 dpt / 1,33 dpt	1,51 dpt / 1,14 dpt	1,51 dpt / 1,14 dpt	1,51 dpt / 1,14 dpt	1,51 dpt / 1,14 dpt	1,71 dpt / 1,33 dpt
25°	2,19 dpt / 1,70 dpt	1,94 dpt / 1,46 dpt	1,94 dpt / 1,46 dpt	1,94 dpt / 1,46 dpt	1,94 dpt / 1,46 dpt	2,19 dpt / 1,70 dpt
Kanavanleveys (cyl < 0,50) katselusektorina	12,2° / 15,6°	13,7° / 18,2°	13,7° / 18,2°	13,7° / 18,2°	13,7° / 18,2°	12,2° / 15,6°

Saimme Piiloset by Finnsusp Oy:ltä myös voimakkuuskartat, joiden avulla pystymme kuvaamaan linseissä esiintyvää astigmaattisuutta graafisesti. Kuviossa 29 olemme esittäneet henkilön B pienemmän degression oikeanpuoleisen linssin kartat. Linssin etupinta on sfäärinen, haluttu voimakkuus ja degressio on hiottu takapinnalle. Henkilön B silmälasimääräyksessä ei ole sylinterikorjausta, joten astigmaattinen voimakkuus on progressiokanavassa lähellä nollaa dioptriaa.



KUVIO 29. Sfääristä ekvivalenttivoimakkuutta ja astigmaattisuutta kuvaavat kartat linssin takapinnalta, jonne silmälasivoimakkuus ja degressio on hiottu. Mitta-asteikko on millimetreinä. Henkilö B, oikea linssi (degressio 1,50) (Mukaillen Piiloset 2012)

Käytännössä käyttökelpoinen näköalue on aina lopulta subjektiivinen kokemus ja siihen vaikuttavat monet tekijät, erityisesti katseltavien kohteiden koko. Lähellä olevat kohteet eivät vaadi yhtä suurta kulmaerotuskykyä kuin kauempana sijaitsevat, samankokoiset kohteet. Esimerkiksi tekstin lukeminen on helpompaa suuremmalla kuin pienimmällä erottuvalla kirjasinkoolla (ks. luku 2.5). Kirjasinkoon kasvaessa myös käyttökelpoinen näköalue laajenee syvyysuunnassa. Seuraavassa taulukossa 19 on esitetty eri tekstiaineistojen näöntarkkuusvaatimuksia, kun katseluetäisyys on 40 senttimetriä.

TAULUKKO 19. Erialaisten tekstiaineistojen näöntarkkuusvaatimuksia 40 senttimetrin etäisyydellä

Näöntarkkuusvaatimus	Tekstiaineisto
1.0	Lähitestitaulu
0.5	Puhelinluettelo
0.4	Oulu-lehti, pokkarit
0.05 - 0.1	Oulu-lehden otsikot

7.4.2 Mittaustulokset

Seuraaviin taulukoihin 20 ja 21 olemme koonneet tutkimuksen osallistujien näköalueiden mittaustulokset suuremman ja pienemmän degression linssillä. Henkilöiden A - F saavuttamat näöntarkkuudet näköaluemittauksissa löytyvät myös liitteestä 2. Liitteen 2 taulukoissa olemme käyttäneet näöntarkkuuksien merkitsemiseen logMAR-muotoa (ks. luku 2.4).

Näköaluemittausten tuloksia tarkastellessamme kiinnitimme erityistä huomiota näöntarkkuuksiin näytön etäisyyksille 63 - 100 senttimetriä, katselinjoina vaakasuora ja alaviisto (-20 astetta). Tarkastelimme näöntarkkuuksia myös 40 senttimetrin lukuetaisyydelle vaakasuorissa katselinjoissa linssin asennuskorkeuden läpi sekä alaviistoissa katselinjoissa (-30 astetta) linssin lukualueen läpi. Kolmas mielenkiintomme kohde oli niin sanotut asiakasetäisyydet 160 - 320 senttimetriä. Näillä etäisyyksillä halusimme tarkastella eroja pienemmän ja suuremman degression linssiparin välillä. Lisäksi haimme näöntarkkuuksien muodostamia symmetriaeroja oikealle ja vasemmalle katsottaessa. Näissä huomioimme vähintään yhden rivin erot näöntarkkuuksissa ja erojen toistuvuuden eri mittausetäisyyksillä.

TAULUKKO 20. Tutkimuksen osallistujien näöntarkkuudet näköaluemittauksissa suuremman degression linssiparilla

Katselija	Etäis.(cm)	A					B					C					D*					E**					F				
		Vasen		Oikea			Vasen		Oikea			Vasen		Oikea			Vasen		Oikea			Vasen		Oikea			Vasen		Oikea		
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°	-20°	-10°	0°	+10°	+20°	-20°	-10°	0°	+10°	+20°	-20°	-10°	0°	+10°	+20°	-20°	-10°	0°	+10°	+20°	-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaaka-suora (0°)	40	0.63	0.66	0.8	0.76	0.63	0.5	0.5	0.5	0.4	0.46	0.69	0.91	1.0	1.0	0.8	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.5	0.63	0.72	0.76	0.5	0.4	0.63	0.63	0.5	0.4
	63	0.63	0.91	1.0	1.0	0.8	0.8	0.76	0.8	0.8	0.72	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	1.0	1.0	0.8	0.8	0.76	0.8	0.8	1.0	0.72	0.8	1.0	1.0	0.63	0.6
	80	0.8	0.83	1.0	1.0	0.8	0.87	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	0.72	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.87	1.0	0.96	0.8	0.76	1.0	1.0	0.6	0.5
	100	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.91	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	0.72	0.87	1.0	1.0	0.83	0.6	1.0	1.0	0.8	0.6
	160	0.87	1.0	0.96	0.66	0.63	0.8	0.96	1.0	0.8	0.72	0.76	0.96	1.0	0.91	0.91	0.63	1.0	1.0	0.8	0.63	0.66	0.8	0.96	0.96	0.69	0.63	1.0	1.0	0.63	0.5
Yläviisto (+10°)	320	0.76	1.0	1.0	1.0	0.63	0.96	1.0	1.0	0.91	1.0	0.91	1.0	1.0	0.96	0.96	0.69	0.96	1.0	0.76	0.6	0.63	1.0	1.0	1.0	0.8	0.76	0.96	1.0	0.8	0.63
Alaviisto (-30°)	40	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	0.5	0.63	0.63	0.63	0.5	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	0.8	0.63	0.8	1.0	1.0	0.96	0.8	0.72	1.0	1.0	1.0	0.63
Alaviisto (-20°)	63	0.8	1.0	1.0	1.0	0.76	0.63	0.76	0.8	0.8	0.63	0.96	1.0	1.0	1.0	0.96	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.96	1.0	1.0	0.8	0.63	0.91	1.0	0.63	0.5
	80	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.76	0.8	0.63	0.58	0.76	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	0.91	0.8	0.6	0.8	0.8	0.63

TAULUKKO 21. Tutkimuksen osallistujien näöntarkkuudet näköaluemittauksissa pienemmän degression linssiparilla

Katselinja	Etäis.(cm)	A					B					C					D*					E**					F				
		Vasen		Oikea			Vasen		Oikea			Vasen		Oikea			Vasen		Oikea			Vasen		Oikea			Vasen		Oikea		
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°	-20°	-10°	0°	+10°	+20°	-20°	-10°	0°	+10°	+20°	-20°	-10°	0°	+10°	+20°	-20°	-10°	0°	+10°	+20°	-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaaka- suora (0°)	40	0.63	0.63	0.76	0.8	0.63	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8	0.96	1.0	1.0	0.8	0.63	0.8	0.8	0.76	0.63	0.63	0.63	0.96	0.72	0.8	0.63	0.87	1.0	0.69	0.55
	63	0.8	0.72	0.76	0.8	0.72	0.5	0.63	0.63	0.63	0.63	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.91	1.0	1.0	1.0	1.0	0.72	1.0	1.0	0.91	
	80	0.8	0.8	1.0	0.8	0.76	0.63	0.63	0.8	0.8	0.63	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.87	0.8	1.0	1.0	1.0	0.87	0.6	1.0	1.0	0.91	0.63
	100	0.8	1.0	1.0	0.8	0.8	0.63	0.8	1.0	1.0	0.63	0.96	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.63	1.0	1.0	1.0	0.8
	160	0.87	1.0	1.0	0.76	0.63	0.63	0.8	1.0	0.8	0.63	0.48	0.55	0.46	0.76	1.0	0.63	0.8	0.96	0.8	0.76	0.63	0.76	0.96	1.0	0.76	0.63	1.0	1.0	1.0	0.8
Yläviisto (+10°)	320	0.8	0.96	1.0	0.76	0.58	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.63	1.0	1.0	0.96	0.8	0.69	1.0	1.0	0.96	0.63	0.63	0.76	1.0	1.0	0.72	0.63	0.96	1.0	0.8	0.5
Alaviisto (-30°)	40	0.8	0.8	1.0	1.0	0.76	0.44	0.63	0.63	0.63	0.5	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	0.72	0.76	1.0	0.96	0.96	0.8	1.0	1.0	0.91	0.63
Alaviisto (-20°)	63	0.72	1.0	1.0	1.0	0.63	0.63	0.8	1.0	0.8	0.63	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.72	0.8	1.0	0.8	0.63
	80	0.8	1.0	1.0	0.8	0.63	0.63	0.8	1.0	1.0	0.8	0.76	0.76	0.5	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	0.8	0.87	0.76	0.63	0.63	0.63	0.6	0.5

Suuremman degression linssiparilla *henkilön A* saavuttamat näöntarkkuudet vaakasuorassa katselinjassa mittausetäisyyksille 63 - 160 senttimetriä olivat hyvät (visus-asteikolla 0.95 - 1.0). Näöntarkkuudet etäisyyksille 63 - 160 senttimetriä heikkenivät 20 asteen sivuttaisissa katselukulmissa yhdestä kahteen merkkiriviä. Etäisyyksille 40 - 80 senttimetriä näöntarkkuus oli alaviistoon suoraan ja 10 asteen sivuttaiskulmilla hyvä (1.0). Näöntarkkuus heikkeni ainoastaan noin yhden merkkirivin alaviistoilla 20 asteen sivuttaiskulmilla. Yläviistossa katselinjassa 320 senttimetrin etäisyydelle näöntarkkuus oli suoraan ja 10 asteen sivuttaisilla katselukulmilla hyvä (1.0).

Pienemmän degression linssiparilla henkilön A saavuttamat näöntarkkuudet olivat yhtä hyviä tai poikkesivat suuremman degression linssiparista hieman heikompina kaikissa muissa suunnissa paitsi vaakasuorissa katselinjoissa etäisyydellä 160 senttimetriä, joissa pienemmän degression linssipari oli hieman yllättäen muutamia merkkejä parempi.

Henkilön B kehykset istuivat hänen kasvoillaan melko alhaalla, minkä vuoksi silmälaseja luovuttaessa laitoimme tarroilla kiinnitettävät korotustyynyt nostaaksemme linssien asennusristit pupillien kohdille. Henkilö B kuitenkin kertoi poistaneensa korotustyynyt, joten näköalueita mitattaessa linssien asennusristin kohta oli noin pupillien alareunan kohdalla. Tämä vaikutti tuloksiin lähinäköä heikentävästi.

Suuremman degression linssiparilla henkilön B saavuttamat näöntarkkuudet vaakasuorassa katselinjassa mittausetäisyyksillä 63 - 160 senttimetriä olivat hyvät (0.8 - 1.0). Alaviistossa katselinjassa näöntarkkuus parani 80 senttimetrin etäisyydelle yhden merkkirivin verran vaakasuoraan katselinjaan verrattuna. Alaviistossa katselinjassa 40 senttimetrin etäisyydelle (lukualue) näöntarkkuus oli kuitenkin vain 0.63, mikä ei välttämättä riitä kaikista pienimmän tekstin sujuvaan lukemiseen. Yläviistossa katselinjassa 320 senttimetrin etäisyydelle näöntarkkuus oli suoraan ja kaikilla sivuttaiskulmilla hyvä (0.91 - 1.0). Pienemmän degression linssiparilla henkilön B saavuttamat näöntarkkuudet olivat yleisesti ottaen hieman heikompia kuin suuremman degression linssiparilla.

Suuremman degression linssiparilla *henkilön C* saavuttamat näöntarkkuudet vaakasuorassa katselinjassa mittausetäisyyksillä 40 - 160 senttimetriä olivat hyvät (1.0). Näöntarkkuudet heikentyivät etäisyyksille 63 - 100 senttimetriä vasta 20 asteen sivuttaiskulmissa. Etäisyyksille 40 ja 160 senttimetriä näöntarkkuudet heikentyivät hieman (alle yhden rivin) jo 10 asteen sivuttaiskulmissa.

Etäisyyksille 40 - 63 senttimetriä näöntarkkuus oli suoraan alaviistoon hyvä (1.0). Etäisyydelle 80 senttimetriä suoraan alaviistoon näöntarkkuus oli kahta riviä heikompi (0.63). Alaviiston katselinjan sivuttaiskulmissa näöntarkkuus muuttui epätasaisesti 80 senttimetrin etäisyydelle (sivuttaisilla kulmilla henkilö C saavutti kyseisen etäisyyden parhaat tulokset). Suorassa yläviistossa katselinjassa 320 senttimetrin etäisyydelle näöntarkkuus oli hyvä (1.0). Näöntarkkuus ei myöskään juuri heikentynyt yläviiston katselinjan sivuttaiskulmissa (näöntarkkuudet heikentyivät alle yhden rivin).

Pienemmän degression linssiparilla henkilön C saavuttamat näöntarkkuudet poikkesivat suuremman degression linssiparista lähinnä vain vaakasuorassa katselinjassa etäisyydellä 160 senttimetriä. Näöntarkkuudet olivat jopa kolme riviä heikommat, mutta vaihtelivat kuitenkin paljon eri sivuttaiskulmissa.

Suuremman degression linssiparilla *henkilön D** saavuttamat näöntarkkuudet vaakasuorassa katselinjassa mittausetäisyyksillä 63 - 160 senttimetriä olivat hyvät (1.0). Etäisyyksillä 80 - 100 senttimetriä näöntarkkuudet heikentyivät vasta 20 asteen sivuttaiskulmissa ja silloinkin vain yhden rivin verran. Etäisyyksillä 40 - 80 senttimetriä näöntarkkuus oli suoraan alaviistoon hyvä (1.0). Alaviiston katselinjan sivuttaiskulmissa näöntarkkuus heikkeni hieman toispuoleisesti, oikealle katsottaessa enemmän. Suorassa yläviistossa katselinjassa 320 senttimetrin etäisyydelle näöntarkkuus oli hyvä (1.0). Yläviiston katselinjan sivuttaiskulmissa ilmeni samankaltainen lievä toispuoleisuus kuin edellä mainitussa katselinjassa. Kokonaisuutena suuremman degression linssiparin mittaustulokset olivat hieman toispuoleisia: näöntarkkuus heikkeni enemmän oikealle kuin vasemmalle katsoessa.

Pienemmän degression linssiparilla henkilön *D** saavuttamat näöntarkkuudet vaakasuorassa katselinjassa mittausetäisyyksillä 63 - 160 senttimetriä olivat hyvät (0.96 - 1.0). Tarkasti nähdyn alueen leveys oli tutkimuksen osallistujista paras. Mittausetäisyyksillä 63 - 100 senttimetriä näöntarkkuus oli kaikilla sivuttaisillakin katsekulmilla hyvä (0.8 - 1.0). Alaviistossa katselinjassa 80 senttimetrin mittausetäisyydelle näöntarkkuudet heikkenivät yhden rivin verrattuna vaakasuoran katselinjan tuloksiin. Alaviistossa katselinjassa mittausetäisyyksille 40 - 63 senttimetriä näöntarkkuus oli hyvä (1.0). Suorassa yläviistossa katselinjassa 320 senttimetrin etäisyydelle näöntarkkuus oli hyvä (1.0). Pienemmän degression linssiparilla verrokkiparin kaltaista toispuoleisuutta ei esiintynyt.

Suuremman degression linssiparilla henkilön E** saavuttamat näöntarkkuudet vaakasuorassa katselinjassa mittausetäisyyksillä 40 - 160 senttimetriä olivat kohtuullisen hyvät (0.72 - 1.0). Näöntarkkuudet heikkenivät etäisyyksille 40 - 160 senttimetriä vaakasuorassa katselinjassa 10 asteen sivuttaiskulmissa alle yhden rivin. Etäisyyksille 40 - 80 senttimetriä näöntarkkuus oli suoraan alaviistoon hyvä (1.0). Alaviiston katselinjan 20 asteen sivuttaiskulmissa näöntarkkuus laski noin yhden rivin. Suorassa yläviistossa katselinjassa 320 senttimetrin etäisyydelle näöntarkkuus oli hyvä (1.0). Näöntarkkuus 320 senttimetrin etäisyydelle heikentyi yläviiston katselinjan sivuttaisissa 20 asteen kulmissa yhdestä kahteen riviin.

Pienemmän degression linssiparilla henkilön E** saavuttamat näöntarkkuudet poikkesivat suuremman degression linssiparista lähinnä vain alaviistossa katselinjassa etäisyydelle 80 senttimetriä. Näöntarkkuudet olivat tällöin korkeintaan yhden rivin heikommat.

Suuremman degression linssiparilla henkilön F saavuttamat näöntarkkuudet vaakasuorassa katselinjassa mittausetäisyyksille 63 - 160 senttimetriä olivat hyvät (1.0). Näöntarkkuudet alkoivat heiketä jo 10 asteen sivuttaiskulmassa, mutta vain oikealle päin katsottaessa. Heikentyminen oli yksi tai kaksi riviä. Vasemmalle päin katsottaessa näöntarkkuudet heikkenivät käytännössä vasta 20 asteen sivuttaisessa kulmassa. Etäisyyksillä 40 - 63 senttimetriä näöntarkkuus oli suoraan alaviistoon hyvä (1.0). Suoraan alaviistoon etäisyydelle 80 senttimetriä näöntarkkuus oli yhtä riviä heikompi (0.8). Alaviiston katselinjan sivuttaiskulmissa näöntarkkuus laski samaan tapaan toispuoleisesti kuin suorassakin katselinjassa 40 - 80 senttimetrin etäisyyksille. Suorassa yläviistossa katselinjassa 320 senttimetrin etäisyydelle näöntarkkuus oli hyvä (1.0). Yläviistoissa sivuttaiskulmissa ilmeni samanlainen toispuoleisuus kuin muissakin katselinjaissa.

Pienemmän degression linssiparilla henkilön F saavuttamat näöntarkkuudet vaakasuorassa katselinjassa mittausetäisyyksille 40 - 160 senttimetriä olivat hyvät (1.0). Suuremman degression linssiparin tapaista toispuoleisuutta ei ilmennyt. Näöntarkkuudet heikkenivät vasta 20 asteen sivuttaiskulmissa, pois lukien etäisyydet 40 ja 80 senttimetriä. Etäisyyksillä 40 - 63 senttimetriä näöntarkkuus oli suoraan alaviistoon hyvä (1.0). Suoraan alaviistoon 80 senttimetrin etäisyydelle näöntarkkuus oli kahta riviä heikompi (0.63). Alaviiston katselinjan sivuttaiskulmissa näöntarkkuus heikkeni 10 asteessa symmetrisesti 63 senttimetrin etäisyydellä yhden rivin (0.8). Suorassa yläviistossa katselinjassa 320 senttimetrin etäisyydelle näöntarkkuus oli hyvä (1.0).

Seuraavissa taulukoissa 22 ja 23 olemme esittäneet kummallakin linssiparilla näköluemittausten näöntarkkuuksien *mediaanit* eli saavutettujen näöntarkkuuksien keskimäiset arvot. Mediaanit on laskettu jokaiselle katsekulmalle ja etäisyydelle. Suuremman ja pienemmän degression linssiparinen näköalueiden leveydessä ei ollut suurta eroa näköluemittausten perusteella. Pienemmän degression linssiparilla saavutetut näöntarkkuudet olivat hieman paremmat vaakasuoralla katselinjalla etäisyyksillä 40 - 80 senttimetriä 10 asteen sivuttaisilla katselukulmilla. Ero tasoittui etäisyydellä 100 senttimetriä, eikä pienemmän degression linssiparilla nähnyt enää aivan yhtä hyvin kauas kuin suuremman degression linssillä (etäisyydet 160 ja 320 cm). Suuremman degression linssiparilla näöntarkkuuksien mediaanit olivat myös hieman paremmat alaviistossa katselinjassa 80 senttimetrin etäisyydelle.

TAULUKKO 22. Näöntarkkuuksien mediaanit eri etäisyyksille ja kulmille suuremman degression linssiparilla

Katselinja	Etäisyys (cm)	Vasen			Oikea	
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaakasuora (0°)	40	0.57	0.63	0.68	0.69	0.57
	63	0.8	0.96	1	0.9	0.76
	80	0.8	0.94	1	0.98	0.8
	100	0.8	1	1	1	0.8
	160	0.71	0.98	1	0.8	0.66
Yläviisto (+10°)	320	0.76	1	1	0.93	0.72
Alaviisto (-30°)	40	0.8	1	1	0.98	0.72
Alaviisto (-20°)	63	0.8	0.98	1	0.9	0.78
	80	0.8	1	1	0.88	0.8

TAULUKKO 23. Näöntarkkuuksien mediaanit eri etäisyyksille ja kulmille pienemmän degression linssiparilla

Katselinja	Etäisyys (cm)	Vasen			Oikea	
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaakasuora (0°)	40	0.63	0.72	0.88	0.74	0.63
	63	0.8	1	1	1	0.85
	80	0.8	1	1	0.96	0.78
	100	0.88	1	1	1	0.8
	160	0.63	0.8	0.98	0.8	0.76
Yläviisto (+10°)	320	0.66	0.98	1	0.96	0.68
Alaviisto (-30°)	40	0.8	0.9	1	0.98	0.78
Alaviisto (-20°)	63	0.86	1	1	1	0.72
	80	0.78	0.8	0.8	0.8	0.78

7.4.3 Tekstimallien lukeminen

Käytimme näköalueiden mittauksissa näöntarkkuuksia mittaavien optotyyppien lisäksi myös tekstimalleja. Näin tehtiin siksi, koska näöntarkkuus on eri asia kuin lukeminen (ks. luku 2.5).

Jokaisella tutkimuksen osallistujalla tekstimallien lukeminen mitatuilla etäisyyksillä ja katselukulmilla onnistui molemmilla linssipareilla. Tekstimallien lukeminen oli vaikeaa tai mahdotonta vain joillakin etäisyyksillä 20 asteen sivuttaisissa kulmissa. Tämä ei välttämättä haittaa, koska näin suuret katsekulmat johtavat myös pään kääntämiseen (ks. luku 2.2). Toisaalta usealla etäisyydellä 20 asteen sivuttaiskulmassa osa osallistujista kertoi tekstimallin olevan sumeampi ulko- kuin sisälaidalla.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä luvussa käsittelemme edellisen luvun 7 tuloksiin perustuvia johtopäätöksiä. Osassa aineiston analyysiä käsitelimme henkilön D* aineiston erikoistapauksena, koska hänen työtehtävänsä olivat erilaiset muihin tutkimuksen osallistujiin verrattuna. Hänellä ei myöskään ollut ollut aikaisemmin käytössä monitehoja. Lisäksi hänen testilasiensa käyttö oli vähäistä.

8.1 Ergonomiakartoituksen johtopäätökset

Tutkimuksen osallistujien työpisteet olivat heidän työtehtäviään tukevia ja tarkoituksenmukaisia. Osallistujien työpisteet olivat myös tutkimukseemme sopivia (näkemisen tarve näppäimistöön, aineistoon työpöydällä, näyttöpäätteelle ja kauempana sijaitsevaan asiakkaaseen), pois lukien henkilö D*, joka palveli asiakkaita vain puhelimen ja internetin välityksellä eli hänellä oli näyttöpäätetyötä enemmän kuin muilla osallistujilla.

Tutkimuksen osallistujien työpisteiden valaistus oli teholtaan riittävä. Loisteputkia oli useissa työpisteissä jouduttu kuitenkin poistamaan valaisimista, koska ne olivat aiheuttaneet häikäisyä tai heijastuksia näyttöpäätteelle. Tämän vuoksi työpisteiden valaistuksen (etenkin kirkkauden ja voimakkuuden) säädettävyys olisi voinut olla parempi. Suurten pintojen luminanssierot eivät mielestämme olleet häiritsevän suuria.

Tutkimuksen osallistujien työpisteiden näyttöpäätteet olivat lähes jokaisella osallistujalla ominaisuuksiltaan samanlaiset. Ainoastaan henkilön B näytön koko oli muiden osallistujien näyttöjä pienempi (henkilöllä B näytön koko oli 20 tuumaa, muilla näyttöpäätteiden koko oli 22 tuumaa). Lisäksi henkilön D* näyttöpäätteen resoluutio oli hieman pienempi kuin muiden, mutta ero ei ollut tulosten kannalta merkittävä. Näyttöjen muut ominaisuudet, kuten pienimmän merkin koko, olivat samat. Osallistujien näyttöpäätteiden ominaisuuksia voidaankin pitää hyvin toisiaan vastaavina.

Sopivana näyttöpäätteen katseluetäisyytenä pidetään yleisesti 60 - 100 senttimetriä (ks. luku 4.1). Tarkastellessamme tutkimuksen osallistujien tärkeimpiä työskentelyetäisyyksiä huomasimme, että jokaisen osallistujan katseluetäisyys näyttöpäätteelle oli välillä 70 - 90 senttimetriä. Jokaisen osallistujan työpiste siis täytti näyttöpäätteen katseluetäisyyden osalta ergonomiset suositukset. Myös

suositus katselukulmasta näyttöpäätteen keskelle täytti suositukset kaikkien muiden paitsi henkilön A osalta (näyttöpääte tulisi asettaa 20 - 30 astetta silmien tason alapuolelle). Henkilön A näyttöpäätteen katselukulma oli noin 16 astetta ja siten suositeltua hieman pienempi. Henkilöllä A ilmenikin jonkin verran selkä-, niska- ja hartiaseudun oireita, joilla saattaa olla yhteys näyttöpäätteen katselukulmaan.

Näyttöpäätteet tulisi sijoittaa myös siten, että näyttöpäätteen käyttäjän katsesuunta on ikkunaseinän suuntainen (ks. luku 4.2). Jokaisen tutkimuksen osallistujan näyttöpäätteitä ei ollut sijoitettu täysin suositusten mukaisesti. Tämä korostui etenkin henkilöiden B ja D* kohdalla, joiden toinen näyttöpääte sijaitsi lähes ikkunan suuntaisesti, jolloin istumasuunta oli kohtisuoraan ikkunaan nähden. Tällöin ikkunasta tuleva valo aiheutti heijastuksia näytöiltä. Osallistujilla oli lisäksi käytössään mustataustainen tietokoneohjelma, mikä pahensi heijastusten näkymistä.

Tarkastellessamme tutkimuksen osallistujien näyttöpäätteiden alaa leveyssuunnassa havaitsimme, että leveyssuuntainen katselukulma näyttöpäätteelle kuva-alan keskitasolta reunoille oli jokaisella tutkimuksen osallistujalla lähellä 20 astetta tai selkeästi sen yli (jos kaksi näyttöpäätettä vierekkäin). Lyhytaikaisessa katselussa hieman alle 20 asteen katselukulma ei vielä välttämättä johda pään kääntämiseen (ks. luku 2.2). Noin 20 asteen sivuttaisessa katselukulmassa testilinsien reuna-alueiden kuvausvirheet ovat kuitenkin jo havaittavissa. Jos osallistujilla oli kaksi näyttöpäätettä vierekkäin, oli heidän käännettävä päätään sivusuunnassa kohdistuessaan katseensa näyttöpäätteen reuna-alueille. Useat osallistujista mainitsivatkin testattavien linssien reuna-alueiden suttuisuuden (ks. luku 7.4). Tämä huomio liittyy omalta osaltaan myös testilinsseillä saavutettavaan, tarkkana näkyvän alueen leveyteen ja tähän liittyviin kokemuksiin, kuten myös näköalueiden mitaustuloksiin, joihin liittyvistä johtopäätöksistä kerromme myöhemmin (ks. luku 8.4). Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että jos tutkimuksen osallistujien näyttöpäätteiden leveyssuuntainen katsealue olisi pienempi, testattavien silmälasilinssien reuna-alueiden kuvausvirheillä ei olisi ilmeisesti niin suurta merkitystä.

Tutkimuksen osallistujien työskentelyetäisyydet näppäimistöön vaihtelivat välillä 50 - 65 senttimetriä. Etäisyyden vaihteluun vaikuttivat muun muassa osallistujien kehon ulottuvuudet. Tutkimuksen osallistujat hallitsivat sokkikirjoituksen (kymmensormijärjestelmä), joten varsinaista näkemisen tarvetta näppäimistöön ei ollut. Näppäimistön sijoittamisessa etäisyyttä tärkeämpi tekijä

onkin näppäimistön suhde hyvään työasentoon. Tämä tarkoittaa etenkin tuettuja kyynärpäitä, mikä tutkimuksen osallistujien keskuudessa toteutui melko hyvin.

Työpisteissä mittaamamme etäisyydet työpöydällä oleviin aineistoihin vaihtelivat 55 senttimetriä (henkilö D*) 100 senttimetriin (henkilö B, C ja D*). Etäisyyksien vaihtelut olivat suurehkoja ja asetivat testattaville silmälasilinsseille korkeat näkövaatimukset, sillä näköalueen oli oltava laaja. Useat tutkimuksen osallistujista kertoivatkin, että he eivät nähneet työpöydällä oleviin aineistoihin täydellisesti.

Asiakasetäisyydet vaihtelivat välillä 150 - 220 senttimetriä. Nämä etäisyydet olivat kaikki niin sanottuja välietäisyyksiä, jotka oli mahdollista nähdä tarkkana pelkästään testilinsien kaukoalueita käyttäen (linsien välietäisyyksille tarkoitetulla alueella näkee noin 100 senttimetrin etäisyydelle, ks. luku 3.5).

Tutkimuksen osallistujien työskentelyasento oli pääosin hyvä (ks. luku 4.1). Työasentoon vaikutti eniten osallistujien mukaan se, että he muistivat istua hyvässä asennossa tai oikein. Jokaisella osallistujalla oli työpisteessään myös säädettävä tuoli, työpöytä ja näyttö. Niska-, selkä- ja hartia-seudun vaivoja ei tutkimuksen osallistujilla juurikaan esiintynyt tai, jos esiintyi, niiden ilmenemistehyys pysyi suunnilleen samana, pois lukien henkilö B. Hänen kohdallaan vaivat vähenivät testilinsien myötä. Tämä voi johtua siitä, että henkilö B joutui kumartumaan lähemmäs näyttöpäätettä omia yleiskäyttöisiä monitehoja käyttäessään, mikä pitkään jatkuessa saattaa aiheuttaa niska-, selkä- ja hartia-seudun vaivoja.

Ergonomiakartoituksen loppukaneettina toteamme, että tutkimuksen osallistujien työpisteiden näköergonomia oli hyvä tai vähintään kohtuullinen. He myös kokivat saavansa ergonomiaan liittyen apua työterveyshuollostaan tarvittaessa.

8.2 Näöntarkastusten johtopäätökset

Seuraavassa tarkastelemme näöntarkastuksiin liittyviä johtopäätöksiä. Testilinsien voimakkuudet poikkesivat kaikilla tutkimuksen osallistujilla jonkin verran heidän nykyisten silmälasiansa voimakkuuksista (jos silmälasit olivat käytössä). Muutokset nykyisiin laseihin olivat välillä 0,25 – 0,75 dioptriaa (ks. taulukko 5). Yleisenä piirteenä voidaan pitää lähiläsien tarpeen kasvamista ja refrak-

tion muuttumista kaukotaitteiseen suuntaan. Refraktio muuttui kaukotaitteiseen suuntaan kaikilla muilla osallistujilla, paitsi henkilöllä B. Hänen oikean silmänsä uusi refraktio oli likitaitteisempi verrattuna nykyisten lasien ekvivalenttivoimakkuuksiin. Toisaalta hänen lähilisäänsä nostettiin nykyisten silmälasien lähilisään verrattuna.

Vaikka akkommodaatiolaajuudet mitattiin näöntarkastuksessa, tutkimuksen osallistujien lähilisiä määrättiin pikemminkin anamneesin, nykyisten silmälasivoimakkuuksien ja lähilisan kokeilun perusteella kuin akkommodaatiolaajuuksiin nojaten. Näin tehtiin, koska subjektiivisen akkommodaatiolaajuuden mittaaminen on mitattavalle aina melko tulkinnanvarainen eikä anna luotettavia tuloksia (ks. luku 2.6). Akkommodaatiolaajuuden mittaustulokset eivät menneet iän mukaan. Lisäksi henkilöiden A ja C mitatut akkommodaatiolaajuudet eivät osuneet Hofstetterin kaavalla (ks. kaavat 6 ja 8, luku 2.6) määritettyjen akkommodaatiolaajuuden minimi- ja maksimiarvojen väliin. Lähilisan määräämisperusteista johtuen määrätty lähilisät olivat suurempia kuin Bussinin yli 33 senttimetrin työetäisyyksille tarkoitetulla kaavalla lasketut lähilisät (ks. kaava 4, luku 2.6). Kun kokeilimme laskuissa Bussinin 33 senttimetrin etäisyydelle tarkoitettua kaavaa (ks. kaava 5, luku 2.6), määrätty lähilisät noudattelivat laskujen tuloksia 0,25 dioptrian tarkkuudella, pois lukien henkilön C lähilisiä, joka oli kaavalla laskettua suurempi.

Kun vertasimme uudella refraktiolla saavutettuja binokulaarisia näöntarkkuuksia nykyisillä laseilla saavutettuihin näöntarkkuuksiin, voimme todeta niiden olleen joko yhtä hyviä tai hieman parempia. Näöntarkastustulosten johtopäätöksenä toteamme, että tutkimuksen osallistajat täyttivät näöntarkastusten osalta opinnäytetyötutkimuksemme tutkimusjoukolle asetetut kriteerit.

8.3 Osittain strukturoitujen kyselyiden johtopäätökset

Tutkimuksen osallistajat (pois lukien henkilö D*) käyttivät testattavia linssipareja työpäivänsä aikana keskimäärin 4 - 7 tuntia (ks. taulukko 6), mitä voidaan pitää riittävänä tutkimuksen kannalta. Poikkeuksena oli henkilö D*, joka käytti testilaseja hyvin vähän. Tämä johtui siitä, että tottuminen laseihin oli vaikeaa, koska ne olivat hänelle ensimmäiset silmälasit progressiivisilla linsseillä. Aikaisemmin hänellä ei ollut ollut töissä lainkaan silmälasia käytössä. Vaikka hän on ikänäköinen, hän näki työetäisyyksilleen hyvin johtuen silmiensä lievästä likitaitteisuudesta (ks. taulukko 16).

Näkemisen yleisvaikutelmasta ja tarkkana näkemisestä henkilö A kertoi, että näki lukea parhaiten ilman silmälaseja. Tämä johtui hänen likitaitteisuudestaan (ks. taulukko 16), joka toi kaukopisteen noin 40 senttimetrin etäisyydelle (niin sanottu ”normaali” lukuetaisyys). Yleisesti ottaen tutkimuksen osallistajat kokivat näkemisen yleisvaikutelman ja tarkan näkemisen hieman paremmaksi lukiessaan lähietäisyydeltä suuremman degression linssiparilla kuin nykyisillä silmälaseillaan tai pienemmän degression linssiparilla.

Jos lähietäisyydeltä lukemisessa oli ollut pulmia suuremman degression linssiparilla, ne jatkuivat myös pienemmän degression linsseillä. Henkilö A kertoi edelleen, ettei nähnyt lähelle yhtä hyvin kuin ilman laseja ja joutui lukiessaan nostamaan paperin pöydältä käteensä. Tämä johtui ilmeisesti kyseiselle etäisyydelle liian suuresta lukulisästä. Henkilö A kertoi myös, että oli nostanut näyttöpäätettään ylemmäs nähdäkseen paremmin. Ongelmat johtuivat todennäköisesti liian suuresta lukulisästä tässäkin katselukulmassa. Silmälaseja luovutettaessa havaitsimme hänen kehüksensä istuvan hieman liian alhaalla, joten asensimme kehukseen tarrakiinnitteiset korotustyyny. Tällöin asennuskorkeus nousi pupillin keskelle. Nenäpehmikkeiden poistaminen suuremman ja pienemmän degression linssiparin testijaksojen välillä olisi voinut auttaa tilannetta, mutta tutkimuksen luotettavuuden kannalta nenäpehmikkeiden jättäminen paikoilleen oli suotavaa.

Tutkimuksen osallistajat arvioivat näkemisen yleisvaikutelmaa ja tarkkana näkemistä näppäimistölle melko samanlaisin kouluarvosanoin kuin lukemista lähietäisyydeltä. On syytä huomata, että näppäimistön merkit ovat suuria eivätkä siten vaadi yhtä suurta näöntarkkuutta kuin paperista luettaessa. Usein myös kirjoitetaan pääsääntöisesti näppäimistöön katsomatta. Edellä mainituista syistä tutkimuksen osallistajat (paitsi henkilö D*) kokivat näppäimistölle näkemisen hyväksi.

Tutkimuksen osallistajat kokivat näkevänsä näytölle yleisesti suuremman degression linssiparilla melko hyvin. Poikkeuksen muodosti henkilö D*. Hänellä oli lisäksi kaksi näyttöä, mikä osaltaan varmasti lisäsi päänkääntelyn tarvetta. Lisäksi hänellä ei ollut ollut töissä käytössä laseja aikaisemmin, jolloin hän pystyi pelkästään silmiä kääntämällä näkemään suuremman alan molemmista näytöistä. Toisaalta myös henkilöllä B oli kaksi näyttöä, ja hän koki näkevänsä molemmilla testattavalla linssiparilla näytölle hyvin. Hän oli kuitenkin jo aikaisemmin käyttänyt monitehoja.

Yleisesti ottaen tutkimuksen osallistajat pitivät enemmän suuremman degression linssiparista katsellessaan pöydällä olevia aineistoja. Tämä johtui ilmeisesti siitä, että suuremman degression

linssiparissa oli hieman vähemmän lukulisää (enemmän degressiota) kanavan keskivaiheilla, jolloin sillä näkee tarkasti hieman kauemmaksi. Vertailtavissa linssipareissa oli asennuskorkeudella noin puolet degressiosta. Tästä johtuen tutkimuksen suuremman degression (2,00 / 2,25 dpt) linssiparilla pitäisi nähdä asennuskorkeudelta noin metrin etäisyydelle tarkasti. Pienemmällä degressiolla (1,50 / 1,75 dpt) lukulisä oli asennuskorkeudella noin 0,25 dioptriaa suurempi, joten linssillä ei nähnyt tarkasti aivan yhtä kauas. Ilmeisesti tästä johtuen suuremman degression linssi koettiin paremmaksi näytölle ja pöydän aineistoihin katsottaessa. Näytön keskitaso sijaitsi kaikilla osallistujilla hieman silmien tason alapuolella (ks. taulukko 4), jolloin katseen suuntautuessa hieman alaviistoon tulee käyttöön enemmän lukuvoimakkuutta kuin asennuskorkeuden kohdalla. Tällöin kyseinen linssivoimakkuus on suuremman degression linssillä sopivampi näytölle ja työ-pöydän aineistojen etäisyyksille. Käytännössä kuitenkin laskemalla hieman leukaa sopiva voimakkuuskohta linseistä löytyy.

Näkeminen asiakkaaseen arvioitiin molemmilla linssipareilla vähintään tyydyttäväksi. Parhaimmillaan näkeminen asiakkaaseen oli erinomaista.

Yleisesti ottaen tutkimuksen osallistajat arvioivat suuremman degression linssin *tarkkana näkyvän alueen* laajemmaksi kuin pienemmän degression linssin (enemmistö arvioi nykyisten silmälasiansa tai näköratkaisunsa tarkkana näkyvän alueen laajuuden parhaimmaksi eri etäisyyksille). Ero oli suurimmillaan lähietäisyydeltä luettaessa. Kouluarvosanojen ero kuitenkin tasoittui jonkin verran siirryttäessä lähietäisyyksistä kauemmas. Nykyinen silmälasiratkaisu miellettiin usein parhaimmaksi tarkkana näkyvän alueen laajuuden osalta. Tämä johtunee yleismonitehojen tutkimuksen ergonomisia linsejä laajemmasta kaukoalueesta (ks. luku 3.1.1). Tutkimuksen osallistajat luultavasti ymmärsivät laajuudella tarkoitettavan myös näköalueen syvyyssuuntaiseen ulottuvuuteen kiinnitetty juurikaan huomiota.

Yleisesti tarkasteltuna *astenooppisia silmäoireita* ei esiintynyt osallistujilla merkittävästi. Oireiden esiintymistiheydessä ei myöskään ollut suurta vaihtelua verrattaessa nykyistä silmälasiratkaisua suuremman ja pienemmän degression linssipareilla ilmenneisiin astenooppisiin oireisiin. Osallistajat kertoivat kokevansa myös muita astenopiaan viittaavia oireita, jotka eivät luultavasti kuitenkaan johtuneet silmistä.

Rivien sumenemista kuitenkin esiintyi muun muassa henkilöillä C ja D*. Henkilön C ilmoittama rivien sumeneminen tapahtui pitkän työpäivän jälkeen. Hänen ilmoittamansa oireiden väheneminen saattoi osittain johtua lyhyemmistä työpäivistä linssiparien testijaksojen aikana. Toisaalta henkilö C kertoi testilinssiparien käytön tehneen hänet myös virkeäksi. Henkilön D* rivien sumeneminen luultavasti johtui siitä, että hän ei ollut aikaisemmin käyttänyt progressiivisia linssejä eikä siten myöskään ehtinyt tottua linsseihin testijaksojen aikana. Hän kertoi käyttäneensä testilinssejä keskimäärin vain yhden tunnin päivässä (ks. taulukko 6).

Tutkimuksen osallistujilla ilmeni myös rivien hyppimistä (henkilöt A ja D*). Henkilö A kertoi, ettei tottunut pienemmän degression linssipariin juuri ollenkaan testijakson aikana. Sen vuoksi hänen oireensa johtuivat melko todennäköisesti tästä. Myös henkilön D* oireet johtuivat luultavasti jo aikaisemmin mainituista syistä.

Henkilö E** mainitsi kaksoiskuvat ja niiden esiintymisen satunnaisesti kauas katsottaessa (suuremman degression linssipari). Tämä saattoi johtua esimerkiksi linssipariin totuttelusta. Oireiden satunnaisuuden vuoksi tätä on kuitenkin hankala varmistaa. Myös henkilöllä D* ilmeni kaksoiskuvia molemmilla linssipareilla. Hänen kertomansa kaksoiskuvista viittaa testilinssiparien reunalueilla esiintyviin kuvausvirheisiin (ks. luku 3.2) tai siihen, että progressiivisten linsien ensikäyttäjänä hän ei ehtinyt tottua linssipareihin.

Henkilö B kertoi, että aina vaihtaessaan suuremman degression linssiparin silmälasit nykyisiin silmälaseihinsa, tuntui kuin ”silmit olisivat menneet kiertoon”. Tämä johtui luultavasti hänen melko suurista silmälasivoimakkuuksistaan, jolloin pienikin keskiövälin muutos voi aiheuttaa prismavaiikutusta. Myös oikean linssin voimakkuuden muutos testilinssiparin ja monitehojen välillä saattoi aiheuttaa henkilön B mainitseman oireen.

Yleisesti tutkimuksen osallistujilla ilmeni astenopiaan viittaavia oireita enemmän pienemmän degression linssiparilla. Tottuminen suuremman degression linssipariin tuntuikin olevan tutkimuksen osallistujille yleisesti helpompaa kuin pienemmän degression linssipariin. Henkilöt A, B, C ja E** mainitsivat tottuneensa suuremman degression linssipariin mielestään nopeasti. Vain henkilö C tottui pienemmän degression linssipariin muita tutkimuksen osallistujia helpommin. Henkilö D* ei tottunut kumpaankaan linssipariin.

Tutkimuksen osallistajat arvioivat, että verrattaessa suuremman depression linssiparia ja nykyisiä silmälaseja toisiinsa, pään nyökyttelyä oli yleisesti enemmän nykyisillä silmälaseilla kuin suuremman depression linssivaihtoehdolla. Verrattaessa pienemmän depression linssivaihtoehtoa nykyisiin silmälaseihin sekä suuremman depression linssivaihtoehtoon, pään nyökyttelyä oli enemmän pienemmän depression linssivaihtoehdolla. Arviot pään kääntelystä olivat hyvin samankaltaiset.

Kun tutkimuksen osallistajat vertasivat, oliko lähityö helpompaa nykyisellä silmälasiratkaisulla vai suuremman depression linssiparilla, yleisesti lähityö oli helpompaa jälkimmäisellä vaihtoehdolla. Verrattaessa pienemmän depression linssiparia nykyisiin silmälaseihin arviot olivat tasaisemmat. Lähityö oli helpompaa pienemmän depression linssiparilla kahden osallistujan mielestä (henkilöt B ja C). Henkilöt A ja E** eivät huomanneet eroa. Kun osallistajat vertasivat suuremman ja pienemmän depression linssivaihtoehtoja toisiinsa, kahden mielestä lähityö oli helpompaa suuremman depression linssiparilla (henkilöt A ja B). Henkilö C ei huomannut eroa, ja henkilön E** mielestä lähityö oli helpompaa pienemmän depression linssiparilla.

Verrattaessa yleisen työskentelyn helppoutta nykyisillä silmälaseilla suuremman depression linssipariin oli yleinen työskentely helpompaa suuremman depression linssiparilla kahden tutkimuksen osallistujan mielestä (henkilöt B ja E**). Henkilöt A ja C eivät huomanneet eroa. Verrattaessa pienemmän depression linssiparia nykyiseen silmälasii- tai näköratkaisuun lähityö oli helpompaa pienemmän depression linssiparilla henkilöiden B ja C mielestä. Henkilöt A ja E** eivät huomanneet eroa. Kun tutkimuksen osallistajat vertasivat yleisen työskentelyn helppoutta suuremman ja pienemmän linssiparin kesken, puolet heistä ei arvioinut tässä olevan eroa (henkilöt B ja C). Henkilön E** mielestä yleinen työskentely oli helpompaa pienemmän depression linssiparilla ja henkilön A mielestä puolestaan suuremman depression linssiparilla.

Henkilö D* oli ainoa tutkimuksen osallistuja, joka arvioi kaikki edellä käsitellyt vaihtoehdot siten, että ilman silmälaseja tilanne oli paras. Tämä johtui luultavasti edellä kerrotuista syistä eli leveämmistä näköalueista ilman laseja ja tottumattomuudesta progressiivisiin linssihin.

Tutkimuksen osallistajat kokivat *näkemisen laadun* kummallakin linssiparilla hieman erilaiseksi nykyisiin silmälaseihinsa verrattuna. Linssien reuna-alueilla oli muun muassa sumeutta, eikä linssillä nähty niin hyvin kauas. Tutkimuksen osallistajat kokivat myös joutuvansa nyökyttelemään

ja kääntelemään päätään (oikean katselukohdan hakemista linssistä). Useilla heistä tämä johtui luultavasti tutkittavien linssien yleismonitehoihin verrattuna pienemmästä voimakkuuden muutosnopeudesta progressiokanavassa.

Näkemisen laatu koettiin yleisesti ottaen paremmaksi suuremman degression linssiparilla. Henkilö C tosin piti enemmän pienemmän degression linssiparista, koska tämä pi”. ”Lempeys” johtui melko todennäköisesti pienemmän degression linssin pienemmästä voimakkuuden muutoksesta, jolloin kaukoalueelle jäi +0,50 dioptrian ”sumu”. Henkilö C koki tämänkin voimakkuuden riittäväksi myös asiakasetäisyydelle.

Tutkimuksen osallistujien enemmistö koki *työnäkemisensä* paremmaksi suuremman degression linssillä kuin nykyisillä silmälasillaan (henkilöt B, C, A). Henkilön E** mielestä työskentely sen sijaan sujui ihan hyvin sekä suuremman degression linssiparilla että hänen nykyisillä silmälasillaan (toimistomonitehot). Hyvä ja ergonominen näkeminen näyttöpäätteelle miellettiin tärkeäksi tekijäksi, mutta tutkittavien linssien reuna-alueiden kuvausvirheet haittasivat useampia osallistujia (kuvausvirheet tulivat esille esimerkiksi katseltaessa näyttöpäätteen reuna-alueita). Kahden osallistujan mielestä (henkilöt B ja C) suuremman degression linssipari oli heidän työssään *miellyttävämpi* kuin nykyinen silmälasiratkaisu. Kaksi osallistujaa eivät osanneet arvioida, kumpi olisi miellyttävämpi (henkilöt A ja E**). Molemmissa — yleismonitehot ja toimistomonitehot — olikin puolensa etenkin henkilön A mielestä. Yleisesti suuremman degression linssipari koettiin työnäkemisessä paremmaksi ja miellyttävämmäksi kuin pienemmän degression linssipari. Näyttöpäätteelle näki paremmin suuremman degression linssiparilla: päätä täytyi nyökytellä ja käännellä vähemmän, minkä seurauksena osa tutkimuksen osallistujista koki näkevänsä näyttöpäätteeltä suuremman alueen kerralla. Selkeänä poikkeuksena tähän oli henkilö C, joka piti enemmän pienemmän degression linssiparista. Se oli hänestä ”lempeämpi” ja linssipariin tottumiseen viittaavia oireita, kuten huimauksen tunnetta kävellessä, esiintyi vähemmän. Henkilön D* mielestä näkeminen kummallakaan linssiparilla ei ollut laadukasta eikä työnäkeminen ollut hyvää tai miellyttävää. Tämä johtui jo aikaisemmin mainituista syistä.

Useat tutkimuksen osallistajat asettivat testattaville linssipareille luonnollisesti *odotuksen*, että työskentely ja näkeminen olisivat näillä hyvää. Osa tutkimuksen osallistujista odotti testilinssiparien myös vähentävän mahdollisia lähi- tai näyttöpäätetyössä ilmeneviä oireita (esimerkiksi henkilö

A). Yleisesti suuremman depression linssipari täytti osallistujien odotukset paremmin kuin pienemmän depression linssipari. Henkilö D* odotukset eivät täytyneet kummallakaan linssiparilla.

Tarkasteltaessa tutkimuksen osallistujien testilinssipareista mainitsemia *hyviä ja huonoja puolia* sai suuremman depression linssipari enemmän positiivista palautetta linssiparien palautteita keskenään verrattaessa. Molemmat linssiparit saivat kuitenkin enemmän negatiivista kuin positiivista palautetta. Tämä johtunee osittain siitä, että osallistujien nykyinen lähilisä oli hieman liian suuri. Jonkin verran pienempi lähilisä olisi voinut toimia osallistujien pääasiallisilla työskentelyetäisyyksillä paremmin.

Kouluarvosanoina mitattuna suuremman depression linssipari sai tutkimuksen osallistujilta keskiarvona kiitettävän arvosanan. Jos henkilön D* linssiparille antama arvosana otetaan huomioon, arvosana oli hieman heikompi eli hyvä. Pienemmän depression linssipari sai tutkimuksen osallistujilta keskiarvona hyvän arvosanan. Kun henkilön D* linssiparille antama arvosana huomioidaan, oli arvosana jälleen hieman heikompi eli tyydyttävä. Kouluarvosanoina mitattuna suuremman depression linssipari oli siten parempi kuin pienemmän depression linssipari.

Useimmat tutkimuksen osallistajat halusivat *jättää kehykseen* testijakson päätyttyä suuremman depression linssiparin (henkilöt A, B ja E**). Ainoastaan henkilö C halusi selkeästi jättää kehykseen pienemmän depression linssiparin. Myös henkilö D* päätyi jättämään kehykseen pienemmän depression linssiparin, mutta hänen oli hankala päättää, kumpi linssipari olisi ollut parempi tai huonompi. Enemmistö siis piti suuremman depression linssiparia parempana.

8.4 Näköalueiden mittausten johtopäätökset

Henkilön A mitatut näköalueet olivat hyvät sekä suuremman että pienemmän depression linssiparilla. Vaikka teoriassa pienemmän depression linssiparilla pitäisi saavuttaa leveyssuunnassa laajempi näköalue, mittauksissamme oli juuri toisin päin. Erot olivat kuitenkin niin pieniä, että ne voidaan todeta mittausvirheiden (esimerkiksi pään ja silmälasien asennon puutteellinen kontrollointi) ynnä muiden tutkimustilanteessa vaikuttaneiden muuttujien aiheuttamiksi. Lisäksi henkilö A oli käyttänyt suuremman depression linssiparia ennen mittaustilannetta pidempään kuin pienemmän depression linssiparia.

Henkilön B molempien linssiparien matala asennuskorkeus häiritsi jonkin verran näkemistä lähelle. Mikäli hän ei olisi ottanut pois asentamiamme korotustyynyjä, olisivat mittaustulokset lähietäisyyksille luultavasti olleet parempia.

Henkilöllä C näöntarkkuus oli molemmilla linssipareilla lähelle (40 - 63 cm) hyvä. Alaviistossa katselinjassa 80 senttimetrin etäisyydelle näöntarkkuus ei ollut aivan yhtä hyvä kuin vaakasuoraan samalle etäisyydelle katsottaessa. Kyseisellä katsesuunnalla ja etäisyydellä näöntarkkuuksissa ilmeni myös vaihtelua. Tämä voi viitata mittaustilanteesta johtuvaan kuivasilmäisyyteen, kun silmiä joutui pitämään auki ja katsomaan tarkasti pieniä kohteita. Syynä voi myös olla hieman liian suuri lähiläsän voimakkuus kyseisessä linssin kohdassa. Varsinkin jos näytön keskilinjan oletetaan olevan noin 20 asteen kulmassa silmien tasoon nähden ja noin 80 senttimetrin etäisyydellä, mikä on suositus (ks. luku 4.1) ja henkilön C mitattu katselukulma (ks. taulukko 4). Lisäksi suuremman degression linssiparilla vaakasuoraan 160 senttimetrin etäisyydelle saavutettu näöntarkkuus oli parempi kuin pienemmän degression linssiparilla. Tämä johtunee linssin suuremman degressiosta ja siten pienemmästä lukulisän voimakkuudesta linssin keskivaiheilla.

Verrattaessa testattavien linssiparien näköalueita toisiinsa henkilön D* tapauksessa olivat näköalueet leveämmät pienemmän degression linssiparilla. Tämä tuki teoreettista näkökulmaa progressiivisten linssien näköalueisiin. Henkilön D* pienemmän degression linssiparilla mittasimme tutkimuksen laajimmat näköalueet, vaikka hän antoi molemmille linssipareille tutkimuksen heikoimmat arvosanat. Toisaalta henkilön D* suuremman degression linssipari oli hieman huonompi oikealle kuin vasemmalle katsottaessa. Tämä johtui luultavasti linssien asennusvirheestä, koska toispuoleisuus tuli esille usealla mitatulla etäisyydellä. Aiheuttajana saattoi tosin olla myös pään tai silmälasien asennon puutteellisen kontrolloinnin aiheuttama mittausrvirhe.

Henkilön E** saavuttamat näköalueet olivat hieman laajemmat pienemmän degression linssiparilla, pois lukien 80 senttimetrin alaviisto katselinja, jonne hän näki hieman tarkemmin (korkeintaan yksi rivi) suuremman degression linssiparilla. Molemmilla linssipareilla näöntarkkuus heikkeni hieman enemmän vasemmalle kuin oikealle päin katsottaessa. Tämä saattoi johtua esimerkiksi pään tai silmälasien asennon puutteellisesta kontrolloinnista (E** oli tutkimuksen esitestihenkilö) tai pienestä asennusvirheestä linssien välillä.

Suuremman degression linssiparilla henkilön F näöntarkkuudet alkoivat heiketä 10 asteen sivuttaiskulmissa. Näöntarkkuus heikkeni enemmän oikealle kuin vasemmalle päin katsottaessa. Tämä johtui luultavasti linssien asennus- tai valmistusvirheestä, koska näöntarkkuudet heikkenivät toispuoleisesti jokaisella mitatulla etäisyydellä. Näöntarkkuuksien ero oli niin suuri (jopa kaksi riviä), että puutteellisesta pään asennon kontrolloinnista johtuvan mittausvirheen voi käytännössä sulkea pois. Edellä mainittua tuki myös se, että pienemmän degression linssiparilla toispuoleisuutta ei juuri esiintynyt. Alaviistossa katselinjassa 80 senttimetrin etäisyydelle näöntarkkuus ei ollut aivan yhtä hyvä kuin suoraan katsottaessa. Tämä voi viitata hieman liian suureen lähilisän voimakkuuteen kyseisessä linssin kohdassa, jos näytön keskilinjan oletetaan olevan suositusten (ks. luku 4.1) mukaan 20 asteen kulmassa silmien tasoon nähden ja noin 80 senttimetrin etäisyydellä.

Kun vertasimme suuremman ja pienemmän degression linssiparien näöntarkkuuksien mediaaneja toisiinsa (ks. taulukot 22 ja 23), huomasimme pienemmän degression linssiparilla saavutettavan näköalueen sivuttaisissa katsesuunnissa etäisyyksille 40 - 80 senttimetriä hieman laajemmaksi kuin suuremman degression linssiparin näköalueen. Tämä johtui ilmeisesti suuremman degression linssiparin reuna-alueiden hieman voimakkaammista kuvausvirheistä (ks. myös taulukko 17).

Tekstimallien lukemista tarkasteltaessa voimme todeta, että näköalueiden leveydet riittivät kohtuullisesti lukemisen tarpeisiin mittausetäisyyksillä ja katselukulmilla. Tämä päti molemmilla linssipareilla. Linssien reuna-alueiden kuvausvirheet tulivat esille 20 asteen sivuttaiskulmilla tekstimalleja luettaessa, kun osallistajat kertoivat mallin ulkolaidan olevan sumeampi kuin tekstin sisälaidan tai koko tekstimallin olevan sumea. Silti lukeminen oli kuitenkin käytännössä mahdollista, muttei miellyttävää.

8.5 Yhteenveto johtopäätöksistä

Tässä luvussa kokoamme yhteen tärkeimmät johtopäätökset ja vertailemme eri menetelmillä kerättyä aineistoa toisiinsa. Tämän luvun tarkoitus on myös tiivistetysti vastata tutkimusongelmiin (ks. luku 5).

Ergonomiakartoituksen päätteeksi tutkimuksen osallistujien työpisteiden näköergonomia todettiin hyväksi tai vähintään kohtuulliseksi. Näköaluemittausten ja ergonomiakartoitusten tuloksia vertaillessamme havaitsimme, että katselukulmalla 20 astetta alaviistoon etäisyydelle 80 senttimetriä (näyttöpäätteen etäisyys ja suositeltu kulma) usean osallistujan näöntarkkuudet heikkenivät noin yhden rivin vaakasuoraan katsesuuntaan verrattuna (henkilöt C, D* ja F). Näin kävi erityisesti pienemmän degression linssiparilla. Tämä viittaa siihen, että kyseisillä osallistujilla testiparien lähiläsän voimakkuus oli linssien siinä kohdassa liian suuri. Kyselyiden pohjalta myös henkilö A koki samankaltaisia oireita (esimerkiksi pään nyökyttelyä), vaikka näköaluemittauksissa näkikin hyvin edellä mainitulla katsekulmalla ja etäisyydellä. Lisäksi näköaluemittauksissa moni osallistuja näki vaakasuorassakin katselinjassa 40 senttimetrin etäisyydelle tarpeettoman hyvin. Siten erityistyölaseissa täysi lähiläsä ei välttämättä ole aina perusteltu toimisto- ja asiakaspalvelukäyttöön — varsinkin näyttöpäätteiden kuva-alan ja katseluetäisyyden alati kasvaessa. Toisaalta henkilön B tilanne oli päinvastainen molemmilla linssipareilla edellä kerrottuun verrattuna. Hänen näöntarkkuutensa etäisyydelle 80 senttimetriä parani katselukulmalla 20 astetta alaviistoon, kun mitattuja näöntarkkuuksia verrattiin vaakasuoran katselinjan vastaaviin samalle etäisyydelle. Tämä johtui melko varmasti siitä, että henkilö B otti kehysten korotustyyny pois, jolloin linssien asennuskorkeudesta tuli liian matala. Henkilö B kuitenkin koki näkevänsä hyvin lähelle, vaikka näköaluemittauksissa hänen näöntarkkuutensa alaviistolla katsesuunnalla etäisyydelle 40 senttimetriä oli kaksi merkkiriviä heikompi verrattuna näöntarkkuuteen 80 senttimetrin etäisyydelle. Hänen kohdallaan tuli esille siis asennuskorkeuden merkitys. Lyhyesti todettuna tutkimuksen osallistujien näköaluemittaustulokset (pois lukien henkilö B) vahvistivat yhdessä kyselyiden vastausten kanssa, etteivät osallistujat aina nähneet alaviistoon katselukulmaan tarpeeksi kauas tarkasti. Tästä ilmeisesti johtuivat joidenkin osallistujien linssipareille antamat heikohkot kouluarvosanat pöydällä oleviin aineistoihin katsomisen osalta.

Tutkimuksen osallistujien odotukset vertailtavia linssipareja kohtaan eivät aina täytyneet täysin. Vaikka näköalueiden mittaustulosten perusteella esimerkiksi henkilön D* leveyssuuntaiset näköalueet olivat testattavilla linssipareilla tutkimuksen parhaita, hän oli näihin tyytymättömin. Tämä johtui todennäköisesti siitä, että hänen refraktionsa (ks. taulukot 5 ja 16) oli melko ideaali ikänäköisen näyttöpäätetyöskentelyä ajatellen. ”Sisäänrakennettuja näyttöpäätelaseja” onkin vaikea progressiivisella linssiratkaisulla syrjäyttää. Toisaalta henkilö D* odotti lasien helpottavan silmien väsymistä ja rasittumista. Hänelle olisikin pitänyt määrätä pienempi lähiläsä (enintään 1,50 dpt) ensimmäisiin monitehoihinsa.

Testatut linssiparit eivät vähentäneet tutkimuksen osallistujien astenooppisia oireita. Sen sijaan laseihin tottuminen oli joillekin osallistujille hankalaa, mikä aiheutti esimerkiksi rivien sumenemista. Suuremman degression linssipari muistutti enemmän osallistujien nykyisiä silmälaseja, jotka olivat useimmiten yleismonitehot. Kaikki kolme osallistujaa, jotka tutkimuksen lopuksi valitsivat suuremman degression linssiparin paremmaksi, tottuivat näihin helpommin kuin pienemmän degression linssipariin.

Yksi tutkimustehtävistämme oli vertailla, miten linssien laskennalliset ja mitatut näköalueet vastaavat toisiaan ja käytännön kokemuksia. Verratessamme luvussa 7.4.1 käsiteltyjä asioita näköaluemittausten tuloksiin huomasimme, että näöntarkkuudet heikentyivät taulukkoon 17 verrattuna hieman vähemmän. Mikäli näöntarkkuutta 1.0 pidettäisiin syvätarkkuusalueen kriteerinä, voitaisiin myös todeta, että mittauksiemme perusteella syvätarkkuusalue on käytännössä hieman suurempi kuin Campbellin kaavalla laskettu $\pm 0,25$ dioptriaa (ks. luku 7.4.1). Toisaalta emme varmuudella tiedä osallistujien objektiivisen akkommodaation määrää. Myös sivuttaiskulmissa näöntarkkuus heikkeni hieman vähemmän kuin Minkwitzin lauseella laskettujen astigmaattisten kuvausvirheiden pohjalta olisi voinut olettaa. Siten teorian pohjalta voidaan muodostaa arvioita, mutta aina on otettava huomioon myös silmälasien käyttäjien näkökulma. Tutkimuksen osallistujien käytännön kokemukset eivät aina vastanneetkaan teoriaa tai mittauksia. Esimerkiksi henkilön A kokemukset näkemisestä eivät olleet yhtä hyviä kuin näköaluemittausten perusteella olisi voinut odottaa.

Yleisesti ottaen tutkimuksen osallistajat pitivät suuremman degression linssiparia työtehtävissään parempana kuin pienemmän degression linssiparia. Tämä johtui siitä, että he kokivat näkevänsä suuremman degression linssiparilla paremmin. Toisaalta näkemisen tarkkuus ei ollut ainoa kriteeri. Esimerkiksi henkilö C piti pienemmän degression linssiparia parempana, koska se oli hänestä ”lempeämpi” silmille.

9 POHDINTA

Opinnäytetyömme aiheen valinnalla halusimme syventää tietämystämme ikänäköisten silmälasiratkaisuista ja työnäkemisestä. Aiheemme osoittautui lopulta hyvin laajaksi ja haasteelliseksi. Halusimme tarkastella aiheitamme useasta eri näkökulmasta, joista mainittakoon muun muassa ikänäköisten erilaiset progressiiviset linssiratkaisut, näköalueet ja näköergonomia. Aiheemme oli myös ajankohtainen, sillä yleisesti on jo useita vuosia puhuttu eläkeiän nostamisesta. Jos näin tapahtuu, tulee työikäisten ikänäköisten määrä ennusteista poiketen nousemaan tulevana vuosina. Tutkimme työssämme vähintään 2,00 dioptrian lähilisiä, joihin vanhemmilla ikänäköisillä on usein tarve.

Opinnäytetyöprosessi oli oman oppimisemme kannalta tärkeä ja mielenkiintoinen. Siten koimme sen hyödylliseksi ammatillisen kasvun kannalta: Opimme paljon uutta ikänäköisten silmälasiratkaisuista sekä muusta aiheeseen liittyvästä teoriasta. Myös organisointitaitomme kehittyivät tutkimuksen edetessä, kun järjestimme tutkimuksen käytännön asioita. Aikataulujen sovittaminen yhteen tutkimuksen osallistujien kanssa olikin välillä hyvin haastavaa ja toisinaan jouduimme tyytymään kompromisseihin. Tästä syystä jouduimme esimerkiksi tekemään osan tutkimuksen kyselyistä sähköpostin välityksellä.

Pyrimme parantamaan tutkimuksen luotettavuutta monella eri tavalla (ks. luku 6.7). Esimerkiksi esitestaus oli tarpeen, sillä sen myötä havaitsimme kyselylomakkeissa joitakin puutteita, jotka korjasimme käyttämämme lomakkeiden lopullisiin versioihin. Toisaalta lomakkeisiin jäi kaikesta huolimatta edelleen parantamisen varaa, sillä osa kyselyiden kysymyksistä olisi pitänyt asetella toisin. Yksi tällainen oli esimerkiksi kysymys näköalueen laajuudesta (ks. liitteet 6 - 8), sillä halusimme kysymyksillä tietoa pikemminkin näköalueen leveydestä. Toisaalta, jos tutkimuksen osallistajat ovat tottuneet kääntämään päätään silmien sijaan, kysymys ei kuitenkaan olisi antanut leveydestä puhuttaessa riittävää vastausta progressiokanavan leveydestä. On toki myös huomiotava, että vertailtavien linssiparien progressiokanavien leveysero ei teoriassakaan ollut kovin suuri (ks. taulukko 17 ja kuvio 9) eikä eroa aina edes havaittu näköaluemittauksissa. Lisäksi jälkeenpäin mietimme, olisiko esimerkiksi lähietäisyydeltä lukemisesta kysyttäessä kannattanut mainita myös matkapuhelimen näytöltä lukeminen. Tämä on luultavasti työpaikoilla yleinen näkötehtävä ja näöntarkkuusvaatimukseltaan ehkä suurempi kuin paperista lukeminen.

Lopulta näöntarkastuksiin varattu kolmekymmentä minuuttia yhtä tutkimuksen osallistujaa kohti osoittautui hieman liian lyhyeksi ajaksi. Tämä synnytti kiirettä, emmekä voineet kumpikin olla mukana jokaisessa näöntarkastuksessa, vaan toisen oli usein valittava kehyksiä tutkimuksen osallistujien kanssa samaan aikaan, kun toinen meistä kirjasi lomakkeelle näöntarkastuksen etenemisen ja tulokset. Sama koski linssien mitoitusta, tosin neljässä tapauksessa kuudesta lähtöarvot mitoituksille antoivat osallistujien toimiviksi todetut nykyiset silmälasit. Tällöin esimerkiksi silmäterävälimittaa oli helppo verrata olemassa oleviin arvoihin ja siten huomata mahdolliset virheet, mikä paransi mitoitusten luotettavuutta. Linssien mitoitusvaiheessa kävi kahdessa tapauksessa kuitenkin niin, että valitut muovikehykset istuivat hieman liian alhaalla tutkimuksen osallistujan kasvoilla. Tällöin, jos olisimme mitoitaneet linssit asennusohjeen mukaisesti pupillin keskelle, ei linssiaukon yläreunaan olisi jäänyt vaadittavaa 12 millimetriä (ks. Office PD -linssin asennus luvusta 3.5). Siten jouduimme kahden tutkimuksen osallistujan valitsemissa kehyksissä käyttämään irrotettavia korotustyynyjä, jotta asennusristi saatiin pupillin keskikohdan korkeudelle.

Yleisesti tutkimuksen osallistajat käyttivät testattavia linssipareja riittävästi tutkimusjaksojen aikana, jotta saimme tuloksia. Tutkimuksen aineiston perusteella emme voi kuitenkaan yksiselitteisesti todeta, painottuiko jokin katseluetäisyys, esimerkiksi näyttöpäätteen etäisyys, liiaksi linssiparien testijaksojen aikana. Testijaksojen aikana osallistujilla oli asiakkaita ainakin lukumääräisesti melko vähän (pois lukien puhelin- ja internetasiakkaat), jolloin näyttöpäätetyötä oli luultavasti enemmän kuin asiakaspalvelua.

Näyttöpäätetyöhön liittyen pohdimmekin, että jos tutkimuksen osallistujien näyttöpäätteiden leveysuuntainen katseluala olisi ollut pienempi, testattavien silmälasilinssien reuna-alueiden kuvausvirheillä ei olisi ilmeisesti ollut niin suurta merkitystä. Toisaalta progressiivisten linssien reuna-alueiden kuvausvirheisiin ja niiden häiritsevyyteen liittyy myös ihmisen taipumus kääntää silmien lisäksi päätään, kun fiksoitava kohde sijaitsee sivuttaisessa katselukulmassa (ks. luku 2.2). Emme kuitenkaan havainnoineet, käänsivätkö tutkimuksen osallistujat mieluummin päätään vai silmiään, kun fiksoivat sivuttaisessa katselukulmassa sijaitsevaan kohteeseen. Niin sanottuja pään kääntäjiä linssien reuna-alueiden kuvausvirheet häiritsevät luonnollisesti vähemmän, koska heidän katselinjansa ei osu niin usein kuvausvirheiden alueelle. Siten meidän on hieman hankala

ottaa kantaa siihen, miten tämä kyseinen seikka on mahdollisesti vaikuttanut testattavien linssien reuna-alueiden vääristymien häiritsevyyteen tai huomioimiseen.

Mietimme myös linssiparien testiajan riittävyttä, koska kyselyiden vastauksista ilmeni uusiin erilaisiin silmälaseihin tottumisen vaikeus. Jos testiaikaa olisi ollut enemmän kuin kaksi viikkoa linssiparia kohden, olisimme mahdollisesti saaneet erilaisia tuloksia. Esimerkiksi henkilö D* ei tottunut kumpaankaan linssipariin testijaksojen aikana. Suurin syy tähän oli hänelle määrätty liian suuri lähiläsi, sillä testilinssiparit olivat hänen ensimmäiset progressiiviset linssinsä. Olisimmekin voineet esimerkiksi aina linssiparien testijakson alkuvaiheessa tarkistaa nopealla puhelinsoitolla osallistujien tilanteen. Jos he olisivat kertoneet, etteivät pysty käyttämään työssään testattavia linssiejä, olisimme voineet palata silmälasimääräykseen, tutkia ja pohtia sitä, uusia mahdollisesti näöntarkastuksen ja tilata uudet linssit — ja lopulta aloittaa testijakson uudelleen korjatuilla voimakkuuksilla. Emme kuitenkaan tarkistaneet osallistujien tilannetta testijaksojen aikana, mutta toisaalta uusi linssitilaus olisi voinut olla jo aikataulusyistäkin mahdotonta.

Tutkimuksemme menetelmävalinta (triangulaatio) osoittautui hyväksi, koska saimme tutkittavista linssipareista tietoa useasta eri näkökulmasta. Tämä auttoi ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä paremmin, sillä saatoimme verrata eri näkökulmien tuottamaa informaatiota toisiinsa. Toisaalta eri näkökulmilla tuotettu tieto myös poikkesi toisistaan. Siten tutkimuksen osallistujien subjektiivinen näkemys linssipareista nousi tutkimuksemme numerotietoa tärkeämmäksi tekijäksi.

Näkeminen oli tutkimuksen osallistujien mielestä tarkempaa suuremman degression linssiparilla, vaikka täysin yksimielistä paremmuutta he eivät todenneet linssiparien välillä. Siten opinnäytetyötutkimuksemme tulokset olivat samankaltaisia kuin Saarelan ja Virtasen (2010) Piiliset Office PD -linssiä koskevassa työssä.

Näköalueiden mittauslaitteisto toimi myös odotetusti, kuten se oli aikaisemmissakin opinnäytetöissä (ks. luku 6.6) todettu toimivaksi. Tekemämme muutokset paransivat laitteiston mittaustarkkuutta. Aikaisemmin mittausvarren käänköpiste ei sijainnut aivan silmien alapuolella ja aluslevyn mittauskulmien kiinnitysreiät olivat kuluneet väljiksi.

Näköalueiden mittauskulmia olisi tutkimuksessamme voinut kuitenkin olla vielä nykyistä enemmän. Olisimme esimerkiksi voineet mitata yläviiistoja kulmia myös lähi- ja välietäisyyksille, sillä nyt

ainoa yläviisto mittausetäisyytemme oli 320 senttimetriä. Yläviistot kulmat lähi- ja välietäisyyksille olisivat vastanneet melko hyvin tilannetta hieman taaksepäin nojaavasta asennosta ja siinä saavutettavasta näköalueesta, kun leukaa on laskettu hieman alas. Näköalueiden mittaaminen tutkimuksen osallistujien nykyisillä silmälasilla olisi myös ollut hyödyllistä. Tällöin olisimme voineet verrata testilinssiparien ja nykyisten silmälasien näköalueita toisiinsa. Olisimme saaneet lisäksi tietoa siitä, sumeneeko tekstimallien toinen reuna enemmän myös osallistujien nykyisillä silmälasilla vai tapahtuuko näin pelkästään testilinssipareilla. Toisaalta testiparien näköaluemittaukset kestivät jo nyt melko pitkään. Jos mittauksen määrää olisi lisätty vielä entisestään, olisi ne osallistujien mukavuuden vuoksi täytynyt jakaa usealle mittauskerralle. Tästä olisi aiheutunut kiireisille osallistujille jonkin verran vaivaa, minkä vuoksi mittauskertojen lisääminen ja tasapainon saavuttaminen mittauksen ja osallistujien mukavuuden välillä vaatisi tarkkaa pohdintaa.

Mietimme myös näköalueiden mittauksissa käyttämiämme näöntarkkuuksien kriteereitä. Nämä olivat melko korkeat, eivätkä siten vastanneet täysin käytännön arkea (ks. luku 2.5). Pienemmätkin näöntarkkuusvaatimukset olisivat siten riittäneet ja vastanneet paremmin käytäntöä. Toisaalta halusimme saada linssiparien näköalueet ja niiden erot selkeästi esille vaativissa olosuhteissa, mikä puoltaa käyttämiämme näöntarkkuuksien kriteereitä.

Lopuksi ehdotamme muutamia jatkotutkimusaiheita. Yksi jatkotutkimusaihe olisi näköaluemittauslaitteiston kehittäminen edelleen esimerkiksi istumismukavuuden ja pään asennon kontrolloinnin osalta. Jatkotutkimusaiheena mielenkiintoinen olisi myös verrata Piiliset Office PD -linsejä yleismonitehoihin hyödyntämällä tutkimuksemme kaltaisesti näköaluemittauslaitteistoa sekä osittain strukturoituja kyselyitä tai avointa teemahaastattelua.

LÄHTEET

Anshel, J. 1998. Visual Ergonomics In The Workplace. Lontoo, Iso-Britannia: Taylor & Francis Ltd.

Bailey, I. L. 2006. Visual Acuity. Teoksessa William J. Benjamin (toim.) Borish's Clinical Refraction. Second Edition. Butterworth Heinemann, Elsevier Inc. 217 - 246.

Benjamin, W. J. & Borish, I. M. 2006. Monocular and Binocular Subjective Refraction. Teoksessa William J. Benjamin (toim.) Borish's Clinical Refraction. Second Edition. Butterworth Heinemann, Elsevier Inc. 790 - 872.

Cassel, G. H. & Billig, M. D. & Randall, H. G. 1998. The Eye Book: A Complete Guide to Eye Disorders and Health. A John Hopkins Press Health Book.

Dewey, J. 1931. Democracy and Education. 20. painos. The MacMillan Company, Norwood.

Dickinson, C. 1998. Low Vision: Principles and Practice. Butterworth-Heinemann, Oxford England.

Elkington, A. R. & Frank, H. J. & Greaney, M. J. 1999. Clinical Optics. Third Edition. Blackwell Science Ltd.

Essilor 2008. Visiooffice User Manual. Verkkodokumentti. Hakupäivä 27.2.2012.
<<http://www.essilor.co.uk/Support/marketing/Documents/Essilor.co.uk%20-%20Visiooffice%20User%20Manual.pdf>>

Eye and Vision, The. 2012. Verkkodokumentti. Hakupäivä 9.7.2012.
<<http://www.virtualmedicalcentre.com/anatomy/the-eye-and-vision/28>>

Fincham, W. H. A. & Freeman, M. H. 1974. Optics. Eighth Edition. Butterworths.

Finlex 1993. Ajantasainen lainsäädäntö: 22.12.1993/1405. Hakupäivä 13.2.2012.
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19931405>>

Fischer, R. E. & Tadic-Galeb, B. & Yoder, P. R. 2008. Optical System Design. Second Edition. The McGraw-Hill Companies, Inc.

Fowler, C. 2008. Dispensing VI: Spectacle lens design – New and future developments. Optometry Today. Verkkodokumentti. Hakupäivä 19.11.2011. <<http://www.optometry.co.uk/uploads/articles/c9098.pdf>>

Gordon, A. & Benjamin W. J. 2006. Correction with Multifocal Spectacle Lenses. Teoksessa William J. Benjamin (toim.) Borish's Clinical Refraction. Second Edition. Butterworth Heinemann, Elsevier Inc. 1101 - 1152.

Gregory, R. L. 1990. Eye and Brain – The Psychology of Seeing. Fourth edition. Weidenfeld and Nicolson, London.

Grönfors, M. 1985. Kvalitatiiviset kenttätyömenetelmät. Toinen painos. WSOY, Juva.

Henson, D. B. 2000: Visual Fields. Second Edition. Butterworth-Heinemann, Elsevier plc group, Oxford England.

Hirsjärvi, S., Remes P. & Sajavaara P. 2000. Tutki ja kirjoita. 6. uudistettu painos. Kirjayhtymä, Helsinki.

Hyvärinen, L. 1981. Silmät ja näkeminen. Kirjayhtymä, Tampere.

Hämäläinen, A. & Salo, A-P. 2003. Yksitehosilmälasiä asennustoleranssit ja niiden ylityksistä aiheutuvat subjektiiviset kokemukset. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Jalie, M. 2003. Ophthalmic Lenses & Dispensing. Second Edition. Butterworth-Heinemann, Elsevier Science Ltd. Espanja.

Jalie, M. 2005a. Progressive Lenses Part 1: How Progressive Power Is Obtained. Continuing Education and Training. Module 2 Part 5: Lens Dispensing Today. Verkkodokumentti. Hakupäivä 2.2.2012. <http://www.123people.co.uk/ext/frm?ti=personensuche%20telefonbuch&search_term=mo%20jalie&search_country=GB&st=suche%20nach%20personen&target_url=http%3A%2F%2Fwww.perret-optic.ch%2FOptometrie%2Fcorrection_optique%2FVarifo%2520individuel%2FProgressif_2_jalie-mccarthy%2FProgressif_part2_jalie.pdf§ion=document&wrt_id=256>

Jalie, M. 2005b. Progressive Lenses Part 2: The New Generation. Continuing Education and Training. Module 2 Part 6: Lens Dispensing Today. Verkkodokumentti. Hakupäivä 2.2.2012. <http://www.123people.co.uk/ext/frm?ti=personensuche%20telefonbuch&search_term=mo%20jalie&search_country=GB&st=suche%20nach%20personen&target_url=http%3A%2F%2Fwww.perret-optic.ch%2FOptometrie%2Fcorrection_optique%2FVarifo%2520individuel%2FProgressif_2_jalie-mccarthy%2FProgressif_part2_jalie.pdf§ion=document&wrt_id=256>

Jalie, M. 2007. Free-form technology. Optician 16.11.2007. Verkkodokumentti. Hakupäivä 2.12.2011. <<http://www.opticianonline.net/assets/getAsset.aspx?ItemID=2982>>

Kaseva, J. 1993. Näkemisen mukavuutta. Lähdeaineistona Essilorin julkaisu Points de vue -lehdessä. Lehden numero ei tiedossa. Essilor international.

Ketola, R. (toim.), Hongisto, V., Huuhtanen, P., Korhonen, P. A., Kukkosella, R., Lehtelä, J., Näsänen, R., & Rasa, P.-L. & Toivonen, R. 2007. Toimiva toimisto. Työterveyslaitos, Helsinki.

Knuutti, L. "Mikä on ku päätä särkee?" - vaihtoehtoinen korjausratkaisu nuoren hyperoopin näköongelmiin. 2007. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Korja, T. Optometria: Myyjän ammattitutkinto erikoiskaupan alalle. Markkinointi-instituutti. Julkaisu vuosi ei ole tiedossa.

Korja, T. 1993. Subjekttiivinen refraktion määrittäminen. Helsinki: Yliopistopaino.

Korja, T. 2008. Silmälasien määrääminen. Kirjapaino Keili Oy.

Kylmä, J. & Juvakka T. 2007. Laadullinen terveystutkimus. 1. painos. Edita Prima Oy, Helsinki.

Launis, M. & Lehtelä, J. 2011. Ergonomian periaatteet ja käyttöalueet. Teoksessa Launis, M. & Lehtelä, J. (toim.) Ergonomia. Työterveyslaitos. Tampere: Tammerprint Oy, 17 - 38.

Lehtelä, J. 2011. Ergonomiaa koskevia säädöksiä ja standardeja. Teoksessa Launis, M. & Lehtelä, J. (toim.) Ergonomia. Työterveyslaitos. Tampere: Tammerprint Oy, 386 - 397.

Lehtelä, J. & Launis, M. 2011a. Näkeminen ja kuuleminen. Teoksessa Launis, M. & Lehtelä, J. (toim.) Ergonomia. Työterveyslaitos. Tampere: Tammerprint Oy, 87 - 102.

Lehtelä, J. & Launis, M. 2011b. Näytöt ja ohjaimet. Teoksessa Launis, M. & Lehtelä, J. (toim.) Ergonomia. Työterveyslaitos. Tampere: Tammerprint Oy, 240 - 265.

Lehtelä, J. & Launis, M. 2011c. Valaistus, ääniympäristö ja lämpöolot. Teoksessa Launis, M. & Lehtelä, J. (toim.) Ergonomia. Työterveyslaitos. Tampere: Tammerprint Oy, 266 - 287.

Lehtelä, J., Ketola, R. & Niskanen, T. & Nykyri, E. 2008. Näyttöpäätetyö: Valtioneuvoston päätöksen 1405/1993 soveltaminen ja vaikutukset työpaikoilla. Sosiaali- ja terveysministeriö 2008:7. Verkkodokumentti. Hakupäivä 18.9.2012. <<http://pre20090115.stm.fi/el1213181530871/passthru.pdf>>

Metropolia Ammattikorkeakoulu. 2012. Hyvinvointi ja toimintakyky – Täydennyskoulutus: Työterveyshuollon asiantuntijakoulutus optikoille. Hakupäivä 19.2.2012. <<http://www.metropolia.fi/koulutusohjelmat/hyvinvointi-ja-toimintakyky/tilaus-ja-taydennyskoulutus/koulutustarjonta/tyoeterveyshuollon-asiantuntijakoulutus-optikoille/>>

Milburn, T. & Milburn A. 2012. Computer Vision Syndrome: A Treatable Epidemic. Hakupäivä 14.2.2012. <http://www.drsmilburn.com/computer_vision.html>

Millodot, M. 1993. Dictionary of Optometry. 3. painos. Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford England.

Millodot, M. 1997. Dictionary of Optometry and Visual Science. 4. painos. Butterworth-Heinemann, Oxford England.

Määttä H. & Tammelander, S. 2005. Syväterävien lähilasisien näköalueet ja näköergonominen soveltuvuus näyttöpäätetyöhön - tapaustutkimus ikänäköisille tilitoimistotyöntekijöille. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Optisen Alan Tiedotuskeskus 2005. Silmälasilinssien optiset valmistus- ja asennustoleranssit. Verkkodokumentti. Hakupäivä 21.2.2012. <<http://www.optometria.fi/media/oatn-pdf/sltoleranssitver4.pdf> >

Pekanheimo, I. 2012. Valon spektri on tärkeä asia kouluvalaistuksessa. Verkkodokumentti. Hakupäivä 20.8.2012. <<http://www.adlux.fi/public/tyo/spektrikouluvalaistuksessa.html>>

Pensyl, C. D. & Benjamin, W. J. 2006. Teoksessa William J. Benjamin (toim.) Borish's Clinical Refraction. Second Edition. Butterworth Heinemann, Elsevier Inc. 356 - 399.

Pirilä, K. & Korja, T. 2005. Syväterävät ja ergonomiset työmonitehot. Optometria-lehti 1/2005. 14 - 17.

Pollen, A. 1979. The Heterophorias. Teoksessa Sloane, A. E. (toim.). Manual of Refraction. Kolmas painos. Boston; Little, Brown & Company (Inc.).

Rabbetts, R. 1999. Bennett & Rabbetts' Clinical Visual Optics. 3. painos. Oxford, Iso-Britannia: Butterworth-Heineman.

Ratcliff, D. 2012. 15 Methods of Data Analysis in Qualitative Research. Hakupäivä 27.1.2012. <<http://qualitativeresearch.ratcliffs.net/15methods.pdf> >

Saarela, S. & Virtanen E-M. 2010. Piiliset Office PD – linssin degressiovertailu. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Saari, K. M. 2001a. Sarveiskalvo ja sen taudit. Teoksessa K. M. Saari (toim.) Silmäntautioppi. 5. uudistettu painos. Kandidaattikustannus, Helsinki. 145 - 168.

Saari, K. M. 2001b. Silmän refraktio ja akkommodaatio. Teoksessa K. M. Saari (toim.) Silmäntautioppi. 5. uudistettu painos. Kandidaattikustannus, Helsinki. 287 - 306.

Saari, K. M. 2001c. Peruskäsitteitä valo-opista ja valon merkityksestä näkötahtumassa. Teoksessa K. M. Saari (toim.) Silmäntautioppi. 5. uudistettu painos. Kandidaattikustannus, Helsinki. 38 - 47.

Salomaa, T. 2011. Ergonomiset lasit palveluksessasi! Optometria-lehti 1/2011. 28 - 31.

Salomaa, T. 2006. Computer Vision Syndrooma — tuttu ilmiö? Optometria-lehti 4/2006. 16 - 18.

Seppälä, P. 2011. Ihmiskäsitys ja tekniikan kehitys. Teoksessa Launis, M. & Lehtelä, J. (toim.) Ergonomia. Työterveyslaitos. Tampere: Tammerprint Oy, 39 - 46.

Sheedy, J. E., Campbell, C. & King-Smith, E. & Hayes, J. R. 2005. Progressive Powered Lenses: the Minkwitz Theorem. Optometry and Vision Science 2005: Vol. 82, No. 10. Verkkodokumentti. Hakupäivä 23.1.2012. <<http://www.apcthai.com/webboard/uploads/MinkwitzPaper.pdf>>

Sheedy, J. E. & Hardy, R. F. 2005. The Optics of Occupational Progressive Lenses. Optometry 2005: Vol. 76, No. 8: 432-441. Verkkodokumentti. Hakupäivä 2.2.2012. <<http://www.isoptik.com/webboard/uploads/SheedyAndHardyOPL.pdf>>.

Sommers, S. 2000. Ei se laatu vaan se määrä. Ylioppilaslehti 1.12.2000. Hakupäivä 13.2.2012. <<http://ylioppilaslehti.fi/2000/12/ei-se-laatu-vaan-se-maara/>>

Suomen Työnäköseura. 2012. Näyttöpäätetyön ergonomia ja näkeminen. Hakupäivä 19.2.2012. <<http://www.tyonako.fi/?ergonomia>>

Teräsvirta, M. & Saari, K. M. 2001. Mykiö ja sen sairaudet. Teoksessa K. M. Saari (toim.) Silmännäyttöoppi. 5. uudistettu painos. Kandidaattikustannus, Helsinki. 201 - 218.

Tilastokeskus. 2009. Väestöennuste 2009-2060. Hakupäivä 18.2.2012.
<http://www.stat.fi/til/vaenn/2009/vaenn_2009_2009-09-30_tie_001_fi.html>

Tilastokeskus. 2011. Tietotekniikan käyttö yrityksissä. Hakupäivä 18.2.2012.
<http://www.stat.fi/til/ict/2011/ict_2011_2011-11-24_kat_002_fi.html>

Tilastokeskus. 2012. Väestö. Hakupäivä 18.2.2012.
<http://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk_vaesto.html>

Työsuojeluhallinto. 2012. Työsuojeludirektiivit. Hakupäivä 14.2.2012.
<<http://www.tyosuojelu.fi/fi/tsdirektiivit>>

Työterveyslaitos 2007. Työterveyshuolto näyttöpäätetyössä -ohje. Verkkodokumentti. Hakupäivä 20.8.2012. <http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/erg_tiedonlahteet/tyonaytto/Documents/tthnaytto.pdf>

Työterveyslaitos 2011a. Erityistyölasien vaikutus näkösuoriutumiskykyyn ikääntyvillä näyttöpäätetyöntekijöillä. Tutkimusraportti. 26.1.2011. Hakupäivä 17.12.2011.
<<http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/Documents/Erityistyolasit.pdf>>

Työterveyslaitos 2011b. Hyvä valaistus. Verkkodokumentti. Hakupäivä 20.8.2012.
<http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/valaistus/hyva_valaistus/sivut/default.aspx>

University of Arizona Optical Sciences. 2012. The Myopic Eye. Hakupäivä 14.2.2012.
<<http://www.optics.arizona.edu/nofziger/opti%20200/Lecture%2027/L27P3.htm>>

Valaistussuosituksien. 2012. Verkkodokumentti. Hakupäivä 20.8.2012.
<<http://www.innojok.fi/valaistuss/index2.php?sivu=55>>

Vaughan, D., Asbury, T. & Riordan-Eva, P. 1999. General Ophthalmology. 15. painos. McGraw-Hill Medical Publishing Division.

Vesanto, T. 2012. Työnäkö kirkastuu hyvällä yhteistyöllä. *Optometria-lehti* 1/2012. 6 - 10.

Virsu, L. & Ylitimo, J. 2004. Lähinäön ulottuvuudet syväterävillä lähilaseilla. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Vuorenmaa, N. 2010. Erityistyölasien vaikutus näköön liittyviin rasitusoireisiin näyttöpäätetyössä. Pro Gradu -tutkielma, Ergonomia. Itä-Suomen yliopisto, Biolääketiede.

W3schools. 2012. Browser Display Statistics. Verkkodokumentti. Hakupäivä 20.8.2012. <http://www.w3schools.com/browsers/browsers_display.asp>

Wilkinson, P. 2006. Spectacle Lens Production: From Casting to Freeform Generation. Continuing Education and Training. Module 4 Part 5: Understanding Lens Technology. Verkkodokumentti. Hakupäivä 30.1.2012. <http://www.optometry.myzen.co.uk/articles/docs/0c9b3c6d2a48dc4eaaaa08a21d930b79_CETWilkinson_19506.pdf>

Wooton, D. M. 2003. Optical Training: Skills and Procedures. Butterworth Heinemann, Elsevier Science (USA).

JULKAISEMATTOMAT LÄHTEET

Breitholtz, J.-E., linssituotepäällikkö, Piiloseet by Finnsusp Oy. 2011. Keskustelu 19.12.2011. Turku.

Essilorin linssiesite. Tekijän hallussa.

Luukkonen, J., tuotantopäällikkö, Piiloseet by Finnsusp Oy. 2012. Sähköpostikirje 7.2.2012. Tekijän hallussa.

Office PD -linssin asennuskaavio, 2012. Tekijän hallussa.

Piiliset by Finnsusp Oy 2011. Piiliset Office PD — yksilöllinen työnäkölinssi. Esite. Tekijän hallussa.

Piiliset by Finnsusp Oy 2012a. Linssiesite. PDF-tiedosto. Tekijän hallussa.

Piiliset by Finnsusp Oy 2012b. Optisen ulapan suomalainen edelläkävijä. Lieto. PowerPoint-esitys. Tekijän hallussa.

Piiliset by Finnsusp Oy 2012c. Linssikartat. Tekijän hallussa.

LIITTEET

LIITE 1: KYSELYIDEN KUVIOT

LIITE 2: NÄKÖALUEMITTAUSTEN TAULUKOT

LIITE 3: ERGONOMIAKARTOITUSLOMAKE

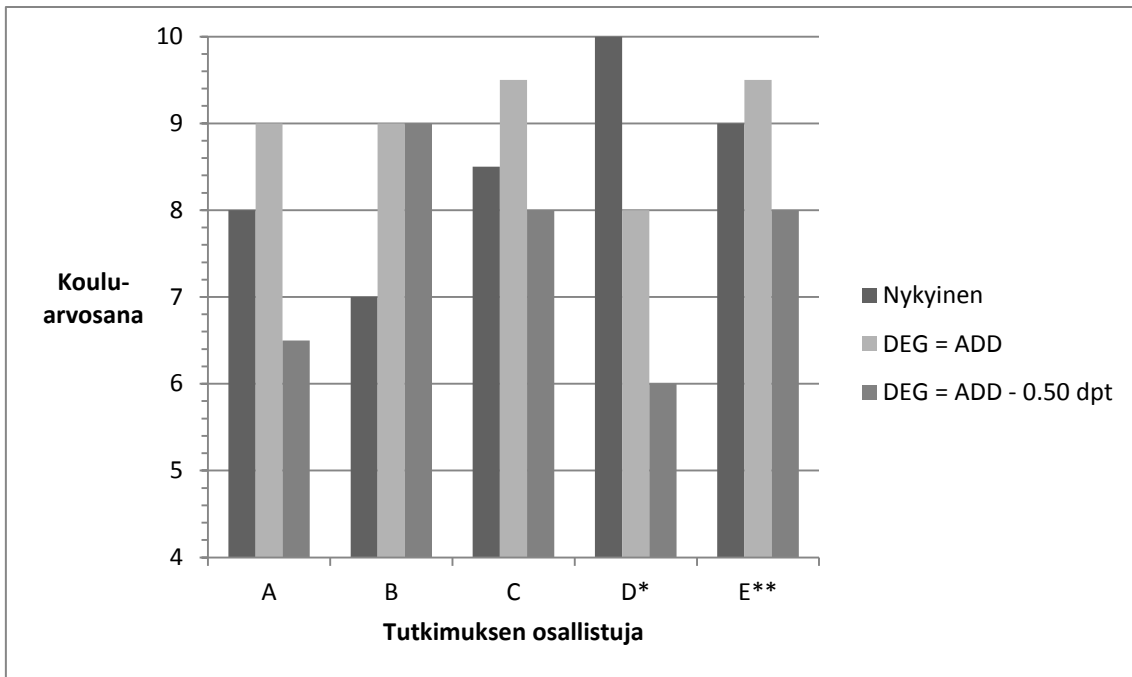
LIITE 4: SAATEKIRJE 25.4.2012

LIITE 5: PÄIVÄKIRJA TESTILASIEN KÄYTÖSTÄ

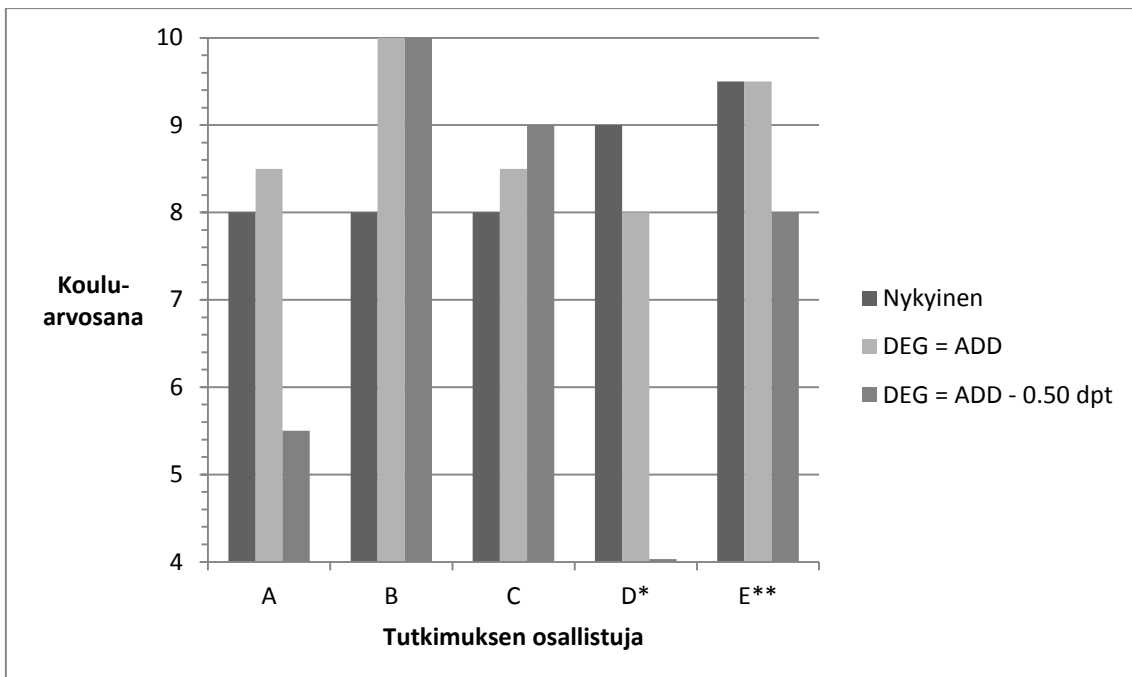
LIITE 6: ESITIETOLOMAKE

LIITE 7: KYSELYLOMAKE 1

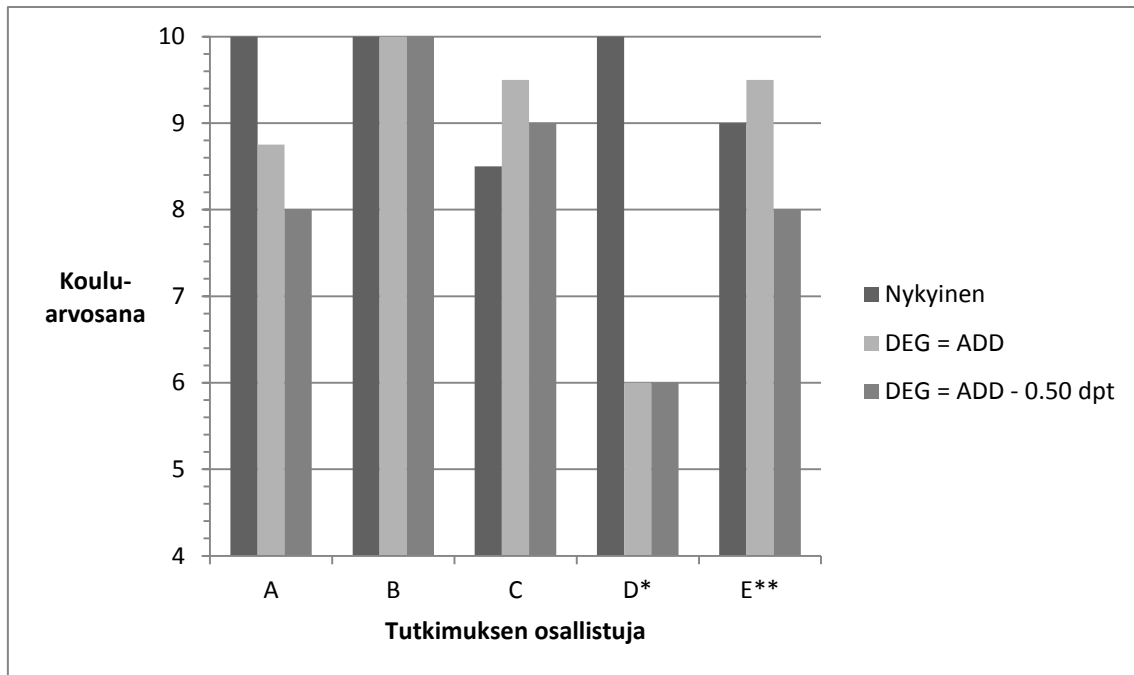
LIITE 8: KYSELYLOMAKE 2



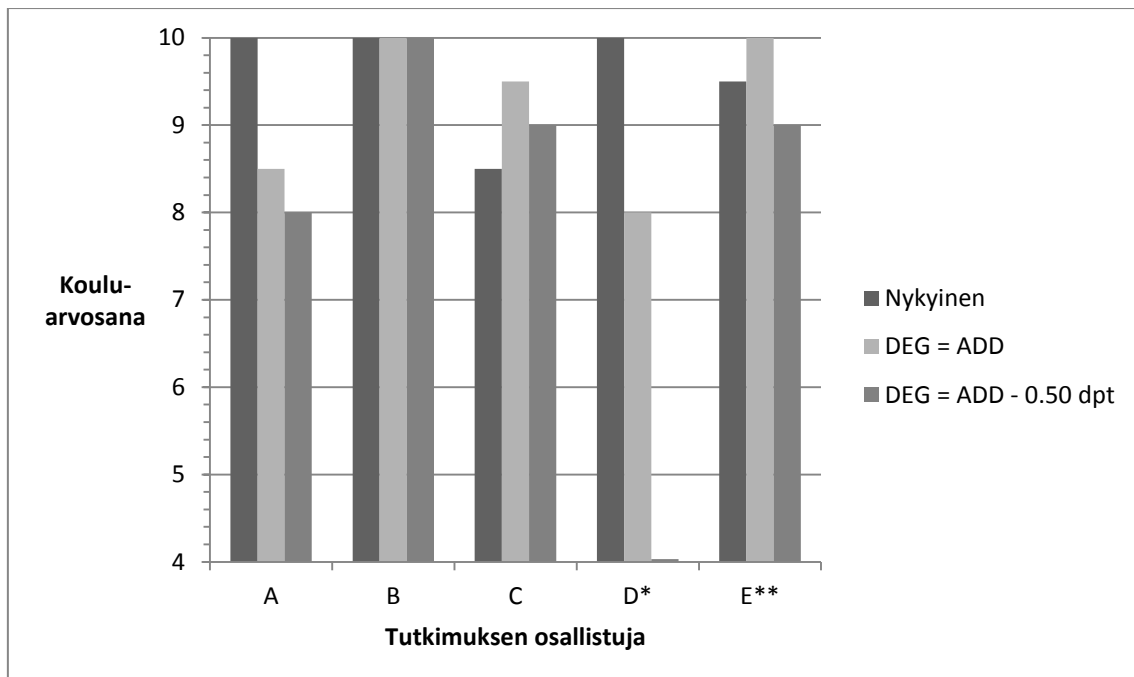
KUVIO 1. Tutkimuksen osallistujien antama kouluarvosana (4-10) **näkemisen yleisvaikutelmas- ta** lukiessa paperista lähietäisyydeltä



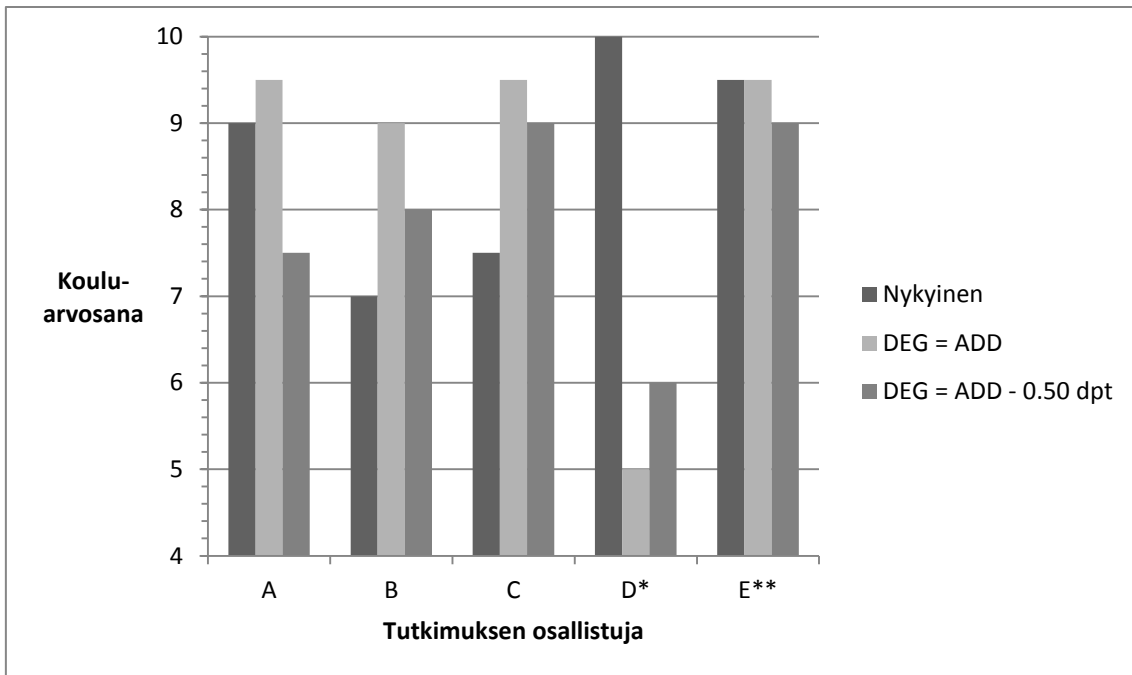
KUVIO 2. Tutkimuksen osallistujien antama kouluarvosana (4-10) **tarkkana näkemisestä** lähietäisyydeltä paperista luettaessa



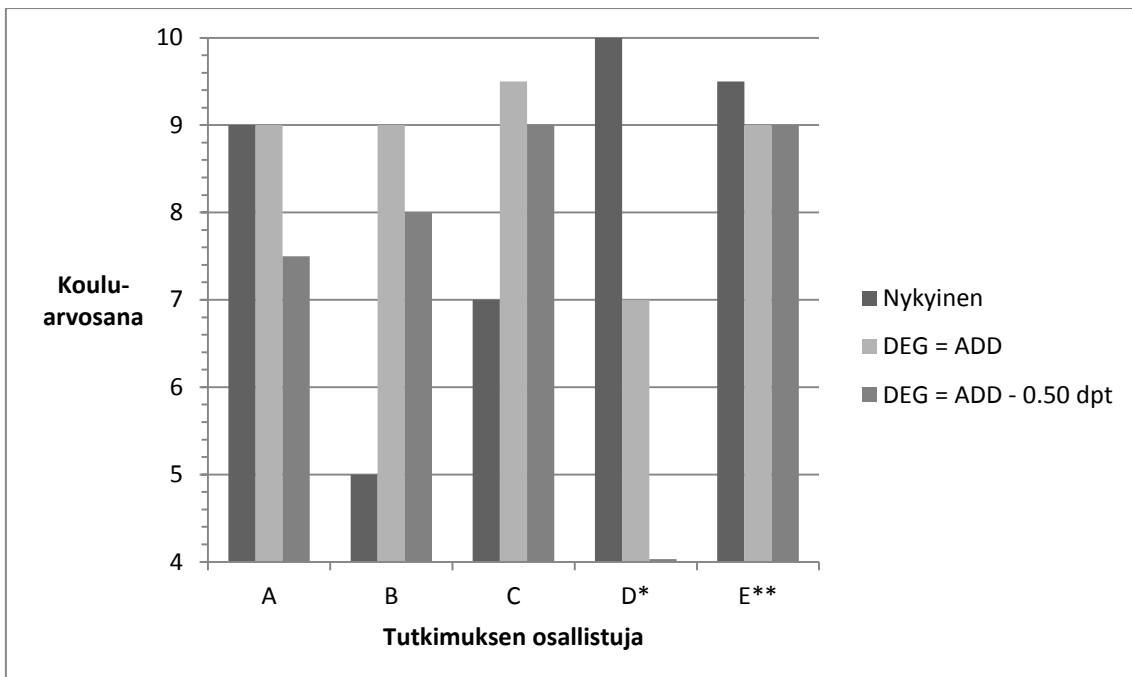
KUVIO 3. Tutkimuksen osallistujien antama kouluarvosana (4-10) näkemisen **yleisvaikutelmasta** näppäimistölle



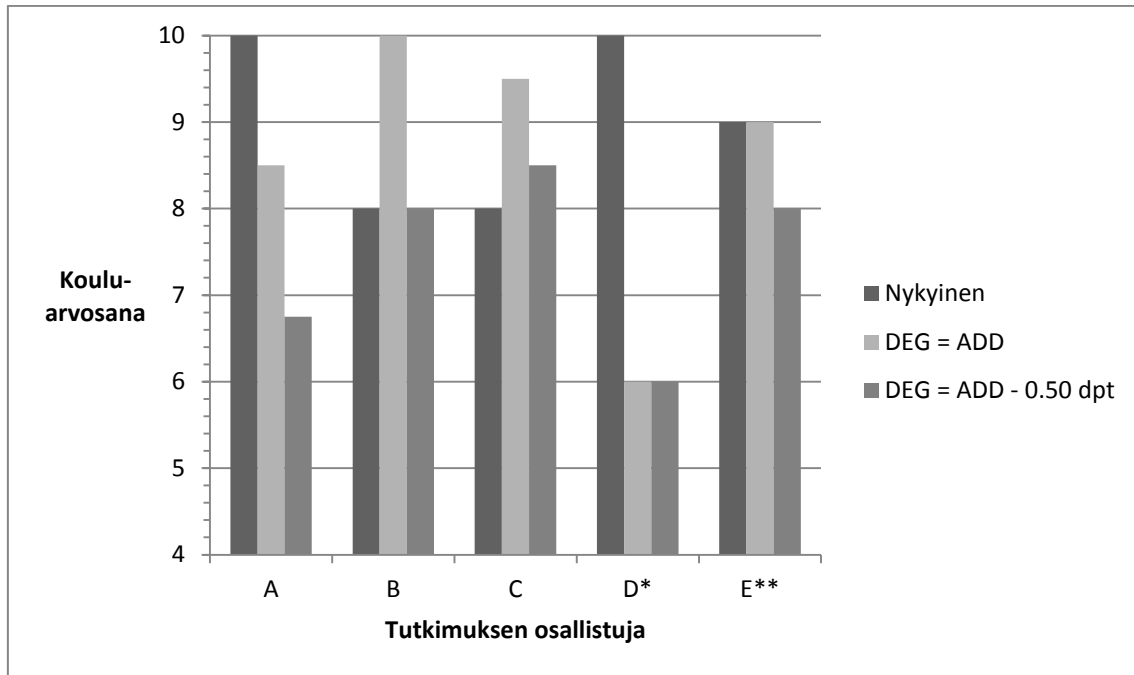
KUVIO 4. Tutkimuksen osallistujien antama kouluarvosana (4-10) **tarkkana näkemisestä** näppäimistölle



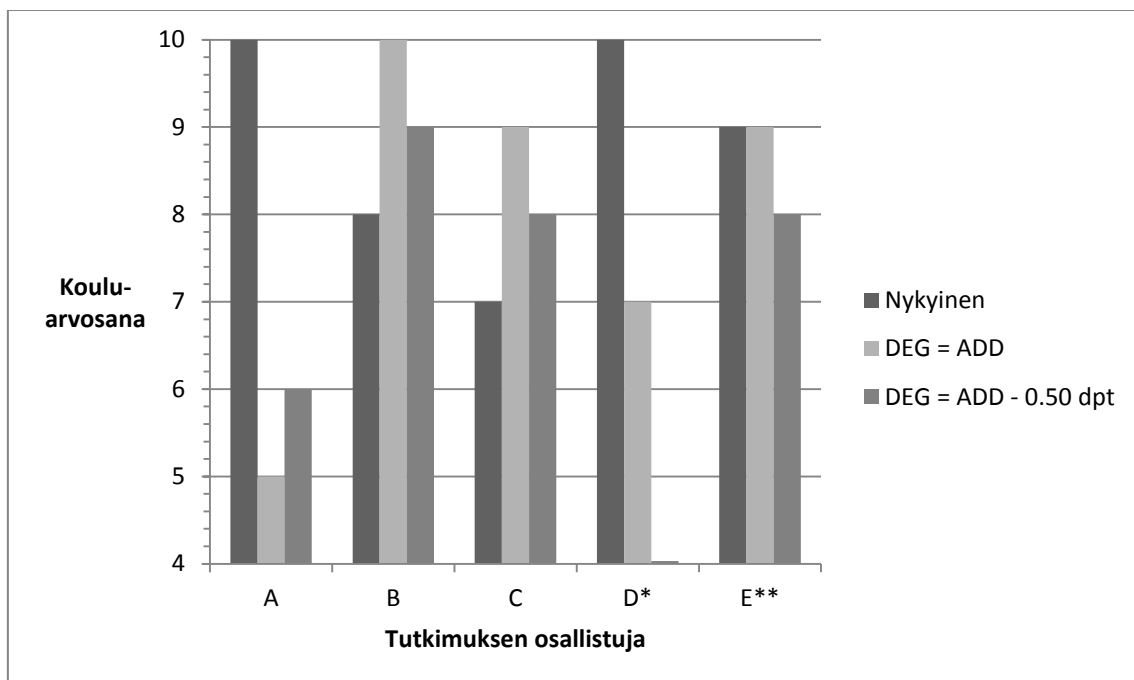
KUVIO 5. Tutkimuksen osallistujien antama kouluarvosana (4 - 10) **näkemisen yleisvaikutelmasta** näyttöpäätteelle



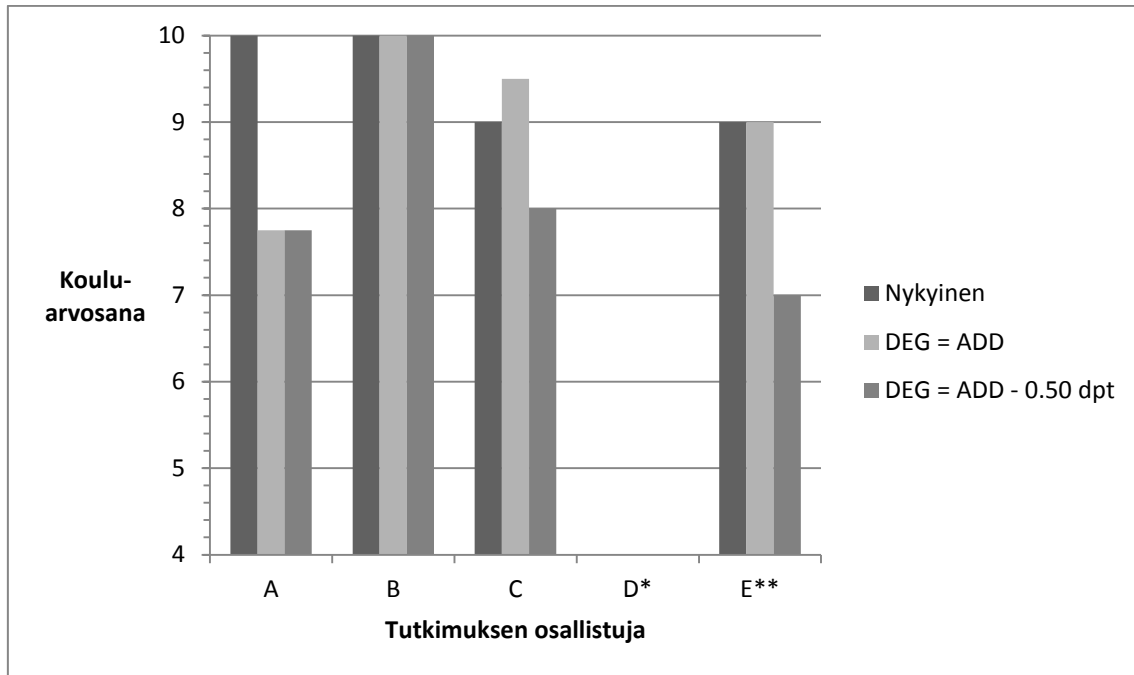
KUVIO 6. Tutkimuksen osallistujien antama kouluarvosana (4-10) **tarkkana näkemisestä** näyttöpäätteelle



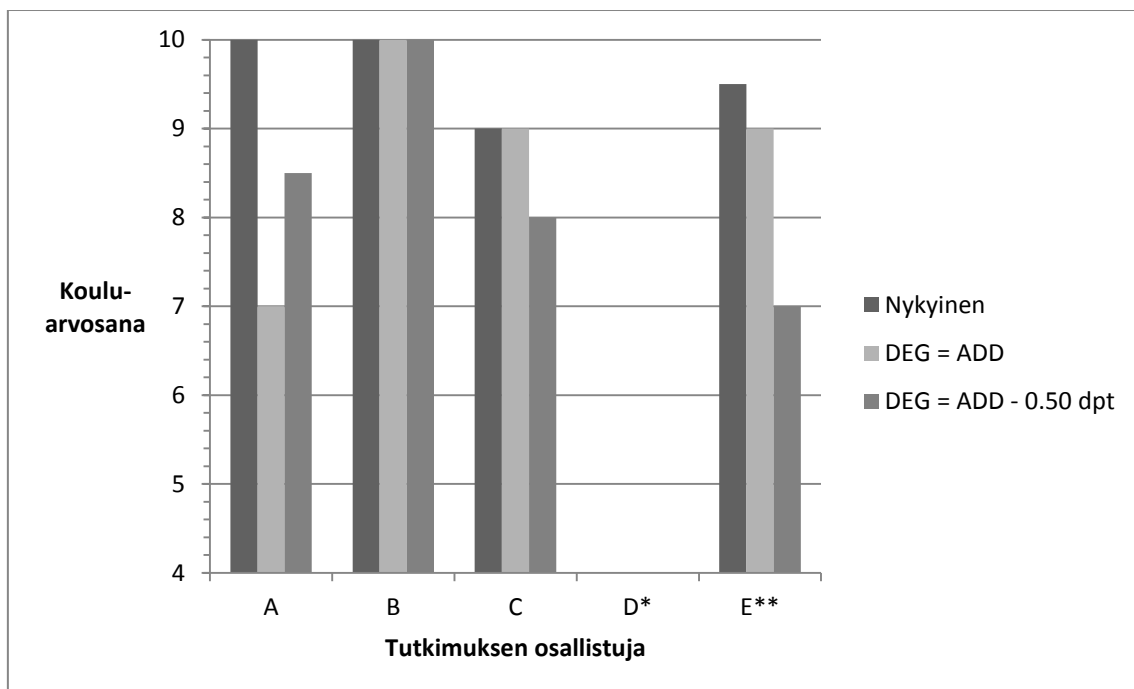
KUVIO 7. Tutkimuksen osallistujien antama kouluarvosana (4-10) **näkemisen yleisvaikutelmas-
ta** aineistoon työpöydällä



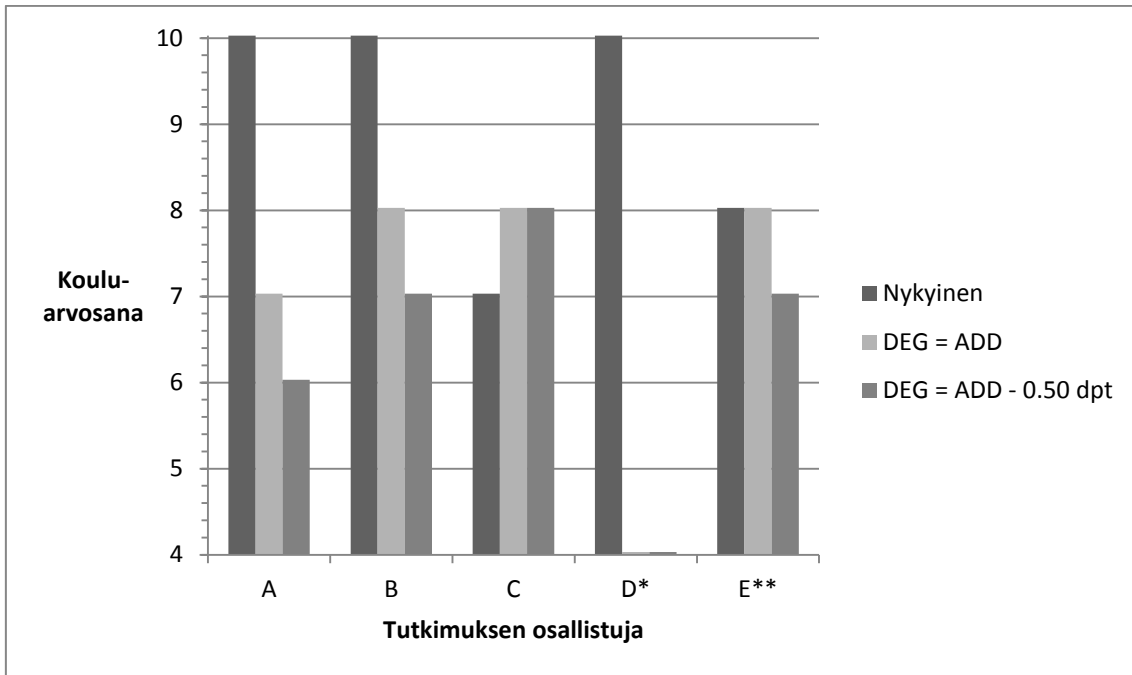
KUVIO 8. Tutkimuksen osallistujien antama kouluarvosana (4-10) **tarkkana näkemisestä** aineis-
toon työpöydällä



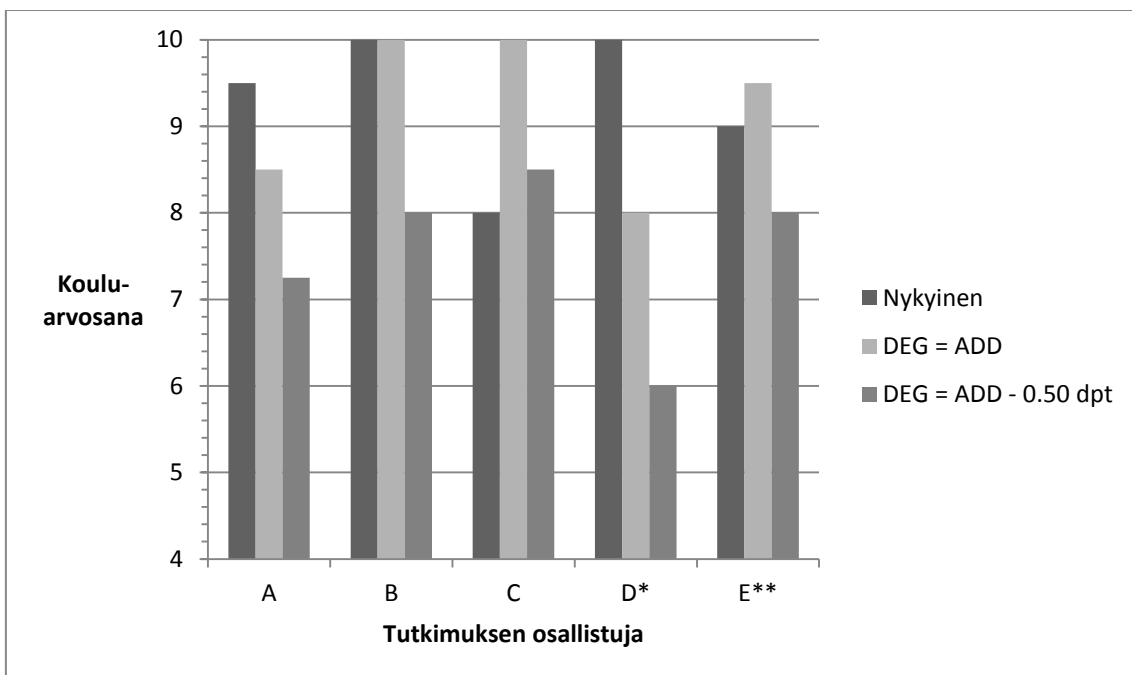
KUVIO 9. Tutkimuksen osallistujien antama kouluarvosana (4-10) **näkemisen yleisvaikutelmas-
ta** asiakkaaseen



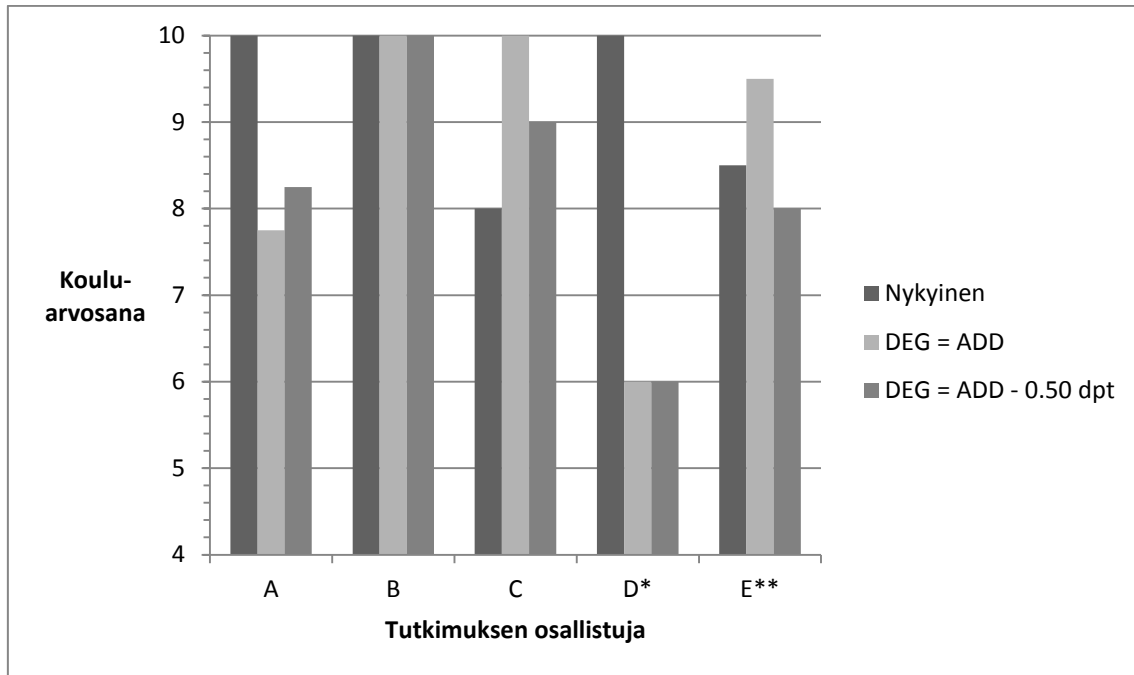
KUVIO 10. Tutkimuksen osallistujien antama kouluarvosana (4-10) **tarkkana näkemisestä** asi-
akkaaseen



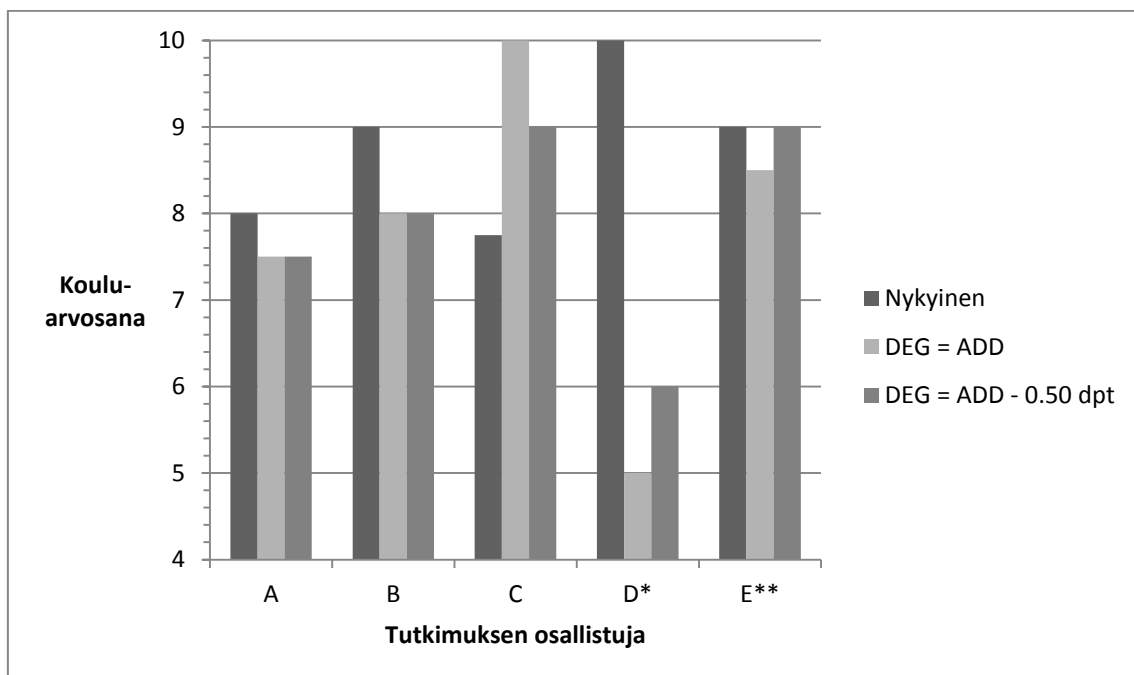
KUVIO 11. Tutkimuksen osallistujien antama kouluarvosana (4-10) **näkemisen yleisvaikutelmasta** vinoon katsottaessa



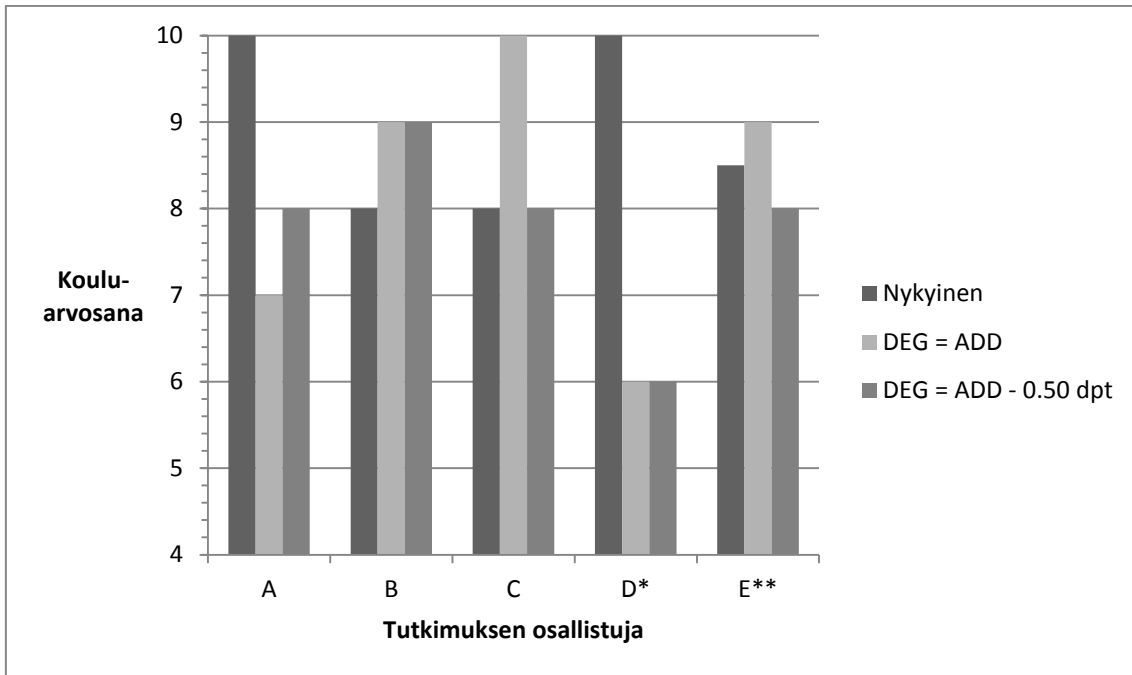
KUVIO 12. Tarkkana näkyvän alueen laajuuden riittävyys luettaessa lähietäisyydeltä



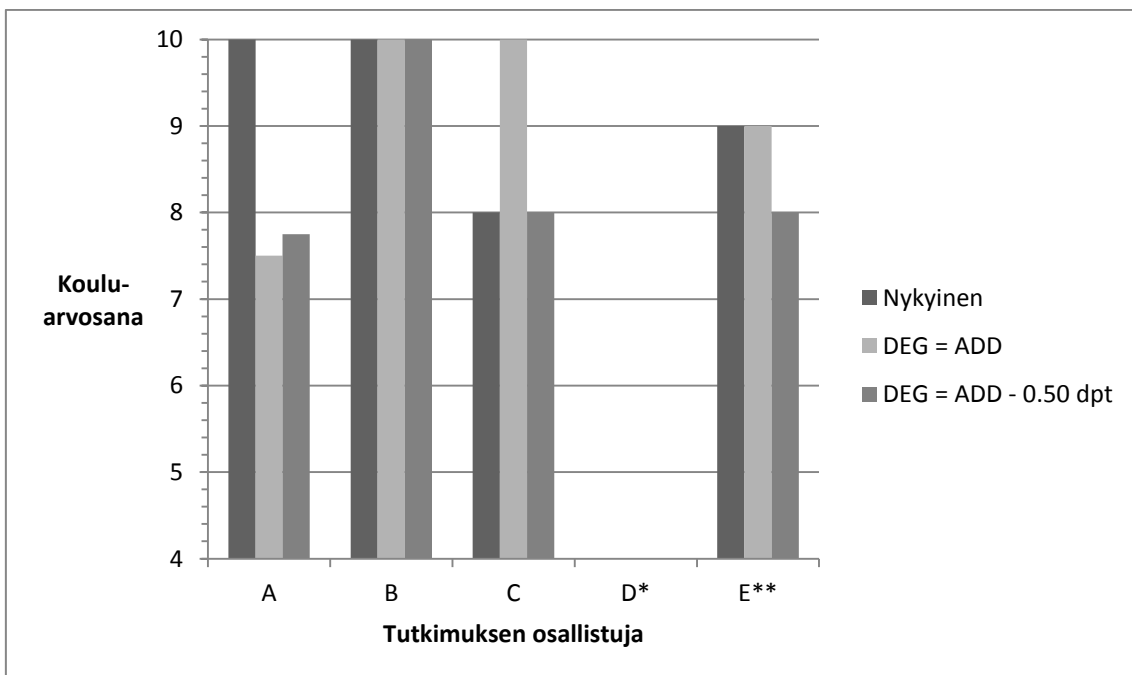
KUVIO 13. Tarkkana näkyvän alueen laajuuden riittävyys näppäimistölle



KUVIO 14. Tarkkana näkyvän alueen laajuuden riittävyys näyttöpäätteelle



KUVIO 15. Tarkkana näkyvän alueen laajuuden riittävyys työpöydällä olevaan aineistoon



KUVIO 16. Tarkkana näkyvän alueen laajuuden riittävyys asiakkaaseen katsottaessa

TAULUKKO 1. Henkilön A näöntarkkuudet eri etäisyyksille ja kulmille suuremman degression linssiparilla

Katselinja	Etäisyys (cm)	Vasen			Oikea	
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaakasuora (0°)	40	0.2	0.18	0.1	0.12	0.2
	63	0.2	0.04	0	0	0.1
	80	0.1	0.08	0	0	0.1
	100	0.1	0	0	0	0.1
	160	0.06	0	0.02	0.18	0.2
Yläviisto (+10°)	320	0.12	0	0	0	0.2
Alaviisto (-30°)	40	0,1	0	0	0	0.1
Alaviisto (-20°)	63	0.1	0	0	0	0.12
	80	0.1	0	0	0	0.1

TAULUKKO 2. Henkilön A näöntarkkuudet eri etäisyyksille ja kulmille pienemmän degression linssiparilla

Katselinja	Etäisyys (cm)	Vasen			Oikea	
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaakasuora (0°)	40	0.2	0.2	0.12	0.1	0.2
	63	0.1	0.14	0.12	0.1	0.14
	80	0.1	0.1	0	0.1	0.12
	100	0.1	0	0	0.1	0.1
	160	0.06	0	0	0.12	0.2
Yläviisto (+10°)	320	0.1	0.02	0	0.12	0.24
Alaviisto (-30°)	40	0.1	0.1	0	0	0.12
Alaviisto (-20°)	63	0.14	0	0	0	0.2
	80	0.1	0	0	0.1	0.2

TAULUKKO 3. Henkilön B näöntarkkuudet eri etäisyyksille ja kulmille suuremman degression linssiparilla

Katselinja	Etäisyys (cm)	Vasen			Oikea	
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaakasuora (0°)	40	0.3	0.3	0.3	0.4	0.34
	63	0.1	0.12	0.1	0.1	0.14
	80	0.06	0.1	0.1	0.1	0.1
	100	0.1	0.04	0.1	0.1	0.1
	160	0.1	0.02	0	0.1	0.14
Yläviisto (+10°)	320	0.02	0	0	0.04	0
Alaviisto (-30°)	40	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3
Alaviisto (-20°)	63	0.2	0.12	0.1	0.1	0.2
	80	0.1	0	0	0	0

TAULUKKO 4. Henkilön B näöntarkkuudet eri etäisyyksille ja kulmille pienemmän degression linssiparilla

Katselinja	Etäisyys (cm)	Vasen			Oikea	
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaakasuora (0°)	40	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	63	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	80	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
	100	0.2	0.1	0	0	0.2
	160	0.2	0.1	0	0.1	0.2
Yläviisto (+10°)	320	0.1	0	0	0	0
Alaviisto (-30°)	40	0.36	0.2	0.2	0.2	0.3
Alaviisto (-20°)	63	0.2	0.1	0	0.1	0.2
	80	0.2	0.1	0	0	0.1

TAULUKKO 5. Henkilön C näöntarkkuudet eri etäisyyksille ja kulmille suuremman degression linssiparilla

Katselinja	Etäisyys (cm)	Vasen			Oikea	
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaakasuora (0°)	40	0.16	0.04	0	0	0.1
	63	0.1	0	0	0	0.1
	80	0.1	0	0	0	0.14
	100	0.1	0	0	0	0.1
	160	0.12	0.02	0	0.04	0.04
Yläviisto (+10°)	320	0.04	0	0	0.02	0.02
Alaviisto (-30°)	40	0.1	0	0	0	0
Alaviisto (-20°)	63	0.02	0	0	0	0.02
	80	0.12	0.1	0.2	0.24	0.12

TAULUKKO 6. Henkilön C näöntarkkuudet eri etäisyyksille ja kulmille pienemmän degression linssiparilla

Katselinja	Etäisyys (cm)	Vasen			Oikea	
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaakasuora (0°)	40	0.1	0.02	0	0	0.1
	63	0.1	0	0	0	0.1
	80	0	0	0	0	0.1
	100	0.02	0	0	0	0
	160	0.32	0.26	0.34	0.12	0
Yläviisto (+10°)	320	0.2	0	0	0.02	0.1
Alaviisto (-30°)	40	0.1	0	0	0	0
Alaviisto (-20°)	63	0	0	0	0	0
	80	0.12	0.12	0.3	0.22	0.1

TAULUKKO 7. Henkilön D^* näöntarkkuudet eri etäisyyksille ja kulmille suuremman degression linssiparilla

Katselinja	Etäisyys (cm)	Vasen			Oikea	
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaakasuora (0°)	40	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	63	0.1	0	0	0.1	0.1
	80	0.1	0	0	0	0.1
	100	0.1	0	0	0	0.1
	160	0.2	0	0	0.1	0.2
Yläviisto (10°)	320	0.16	0.02	0	0.12	0.22
Alaviisto (-30°)	40	0.1	0	0	0.1	0.2
Alaviisto (-20°)	63	0	0	0	0.1	0.1
	80	0.1	0	0	0.1	0.1

TAULUKKO 8. Henkilön D^* näöntarkkuudet eri etäisyyksille ja kulmille pienemmän degression linssiparilla

Katselinja	Etäisyys (cm)	Vasen			Oikea	
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaakasuora (0°)	40	0.2	0.1	0.1	0.12	0.2
	63	0.1	0	0	0	0
	80	0	0	0	0	0.06
	100	0	0	0	0	0.1
	160	0.2	0.1	0.02	0.1	0.12
Yläviisto (+10°)	320	0.16	0	0	0.02	0.2
Alaviisto (-30°)	40	0.1	0	0	0	0.1
Alaviisto (-20°)	63	0	0	0	0	0
	80	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

TAULUKKO 9. Henkilön E** näöntarkkuudet eri etäisyyksille ja kulmille suuremman degression linssiparilla

Katselinja	Etäisyys (cm)	Vasen			Oikea	
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaakasuora (0°)	40	0.3	0.2	0.14	0.12	0.3
	63	0.12	0.1	0.1	0	0.14
	80	0.1	0.06	0	0.02	0.1
	100	0.14	0.06	0	0	0.08
	160	0.18	0.1	0.02	0.02	0.16
Yläviisto (+10°)	320	0.2	0	0	0	0.1
Alaviisto (-30°)	40	0.1	0	0	0.02	0.1
Alaviisto (-20°)	63	0.1	0.02	0	0	0.1
	80	0	0	0	0.04	0.1

TAULUKKO 10. Henkilön E** näöntarkkuudet eri etäisyyksille ja kulmille pienemmän degression linssiparilla

Katselinja	Etäisyys (cm)	Vasen			Oikea	
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaakasuora (0°)	40	0.2	0.2	0.02	0.14	0.1
	63	0.04	0	0	0	0
	80	0.1	0	0	0	0.06
	100	0	0	0	0	0
	160	0.2	0.12	0.02	0	0.14
Yläviisto (+10°)	320	0.2	0.12	0	0	0.14
Alaviisto (-30°)	40	0.14	0.12	0	0.02	0.02
Alaviisto (-20°)	63	0	0	0	0	0.1
	80	0.1	0	0.1	0.06	0.12

TAULUKKO 11. Henkilön F näöntarkkuudet eri etäisyyksille ja kulmille suuremman degression linssiparilla

Katselinja	Etäisyys (cm)	Vasen			Oikea	
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaakasuora (0°)	40	0.4	0.2	0.2	0.3	0.4
	63	0.1	0	0	0.2	0.22
	80	0.12	0	0	0.22	0.3
	100	0.22	0	0	0.1	0.22
	160	0.2	0	0	0.2	0.3
Yläviisto (+10°)	320	0.12	0.02	0	0.1	0.2
Alaviisto (-30°)	40	0.14	0	0	0	0.2
Alaviisto (-20°)	63	0.2	0.04	0	0.2	0.3
	80	0.22	0.1	0.1	0.2	0.3

TAULUKKO 12. Henkilön F näöntarkkuudet eri etäisyyksille ja kulmille pienemmän degression linssiparilla

Katselinja	Etäisyys (cm)	Vasen			Oikea	
		-20°	-10°	0°	+10°	+20°
Vaakasuora (0°)	40	0.2	0.06	0	0.16	0.26
	63	0.14	0	0	0	0.04
	80	0.22	0	0	0.04	0.2
	100	0.2	0	0	0	0.1
	160	0.2	0	0	0	0.1
Yläviisto (+10°)	320	0.2	0.02	0	0.1	0.3
Alaviisto (-30°)	40	0.1	0	0	0.04	0.2
Alaviisto (-20°)	63	0.14	0.1	0	0.1	0.2
	80	0.2	0.2	0.2	0.22	0.3

Nimi _____ / Pvm _____

Työtila / työhuoneSijainti huoneessa

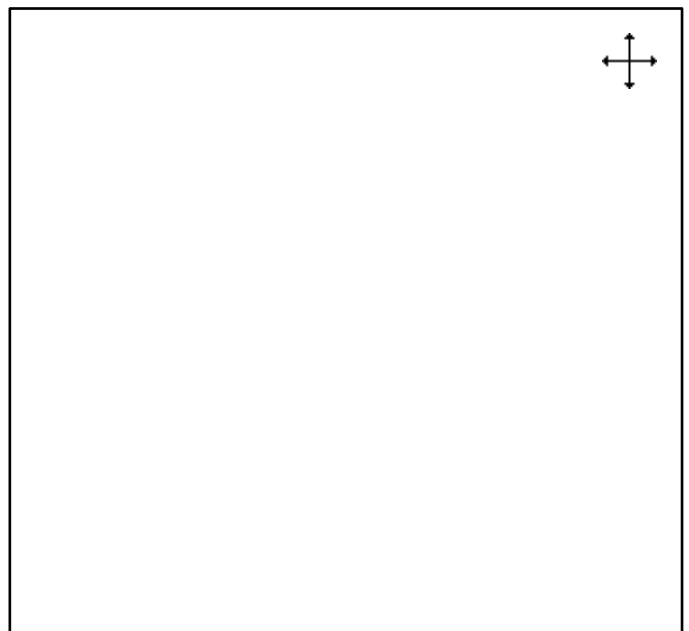
Ikkunat _____

Valaisimet

Valaistuksen tyyppi: Suora [] / Epäsuora [] / Paikallis- tai kohdevalaistus []

Samassa tilassa muita työntekijöitä: Kyllä [] / Ei []

Tilan värit, mm. seinät, valaistuksen värisävy _____
_____**Työtilan pohjapiirros****Työpiste** (työlaitteiden sijoittelu, näyttö
näppäimistö, hiiri, aineisto, valaisimet...)**Työskentelyasento** (etenkin pää, selkä,
käden, ryhti yms.) _____

_____

Näyttö

näytön koko _____ tuumaa / resoluutio _____ pikseliä / kuvasuhde _____

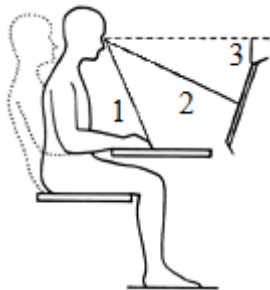
näytön korkeus _____ cm / korkeus pöydän pinnasta _____ cm / pienin merkki _____ mm

heijastukset ja häikäisyt _____

Valaistusvoimakkuus (lx)

Tuleva: näyttö _____ / työtaso _____ / näppäimistö _____ / aineisto _____ / tausta _____

Heijastuva: näyttö _____ / työtaso _____ / näppäimistö _____ / aineisto _____ / tausta _____

Etäisyydet / mitat

(1) et. näppäimistöön lyhin _____ cm pisin _____ cm

(2) etäisyys näytölle lyhin _____ cm pisin _____ cm

(3) korkeusero silmien ja näytön yläreunan välillä lyhin _____ cm pisin _____ cm

(4) etäisyys pöydällä oleviin aineistoihin lyhin _____ cm pisin _____ cm

(5) etäisyys asiakkaaseen lyhin _____ cm pisin _____ cm

(6) pöydän korkeus _____ cm

(7) näppäintason korkeus _____ cm

(8) näytön tason korkeus (alareuna lattiasta) _____ cm

(9) näppäimistön tason syvyys _____ cm

(10) näytön tason syvyys _____ cm

Hyvä tutkimuksen osallistuja!

Olette osallistunut opinnäytetyötutkimukseemme, jonka tarkoituksena on vertailla kahta erilaista Piiliset Office PD -työnäkölinssiparia. Vertailussa ovat kauko- ja lähipainotteiset linssivaihtoehdot. Tarkoituksena on kuvailla ja vertailla käyttökokemuksia näillä linseillä työskentelemisestä toimisto- ja asiakaspalvelutehtävissä.

Saatte nyt käyttöönne ensimmäisen testattavan silmälasiparin. Toivomme teidän käyttävän näitä silmälasia noin kahden viikon ajan aina töissä ollessanne. Silmälasia voi tuki käyttää kotonakin, kunhan muistatte, että niitä ei ole tarkoitettu tarkkaa kaukonäkemistä vaativiin tehtäviin, kuten autolla ajoon.

Testattavissa linseissä on kova- ja heijastuksenestopinta. Saatte mukaan mikrokuituliinan puhdistusta varten. Linssien likaantuessa enemmän ne on kuitenkin syytä pestä haalealla vedellä, pesuaineena voi käyttää hyvin laimennettua astianpesuainetta. Pesun jälkeen silmälasit linseineen voi kuivata esimerkiksi talouspaperilla.

Ohessa saatte myös ohjeet päiväkirjamerkintöjen tekemistä varten. Toivomme teidän täyttävän päiväkirjaan kokemuksianne ja ajatuksianne testattavista silmälasista.

Jos lasien käyttöön liittyen herää kysymyksiä, ottakaa meihin yhteyttä.

Yhteistyöterveisin,
Heikki Nevala

Riku Salminen

Nimi _____

NÄKEMINEN

Mikä on nykyisten työssä käyttämienne silmälasien linssityyppi?

Miten koette näkevänne nykyisillä silmälasillanne (tai muu näköratkaisu), joita käytätte työssänne? Kertokaa esimerkkejä erilaisista tilanteista.

Arvioikaa, millainen näkemisen yleisvaikutelma nykyisillä silmälasillanne on seuraaviin kohteisiin. Antakaa kouluarvosana (4-10).

lukiessa lähietäisyydeltä _____

näppäimistölle _____

näytölle _____

aineistoon työpöydällä _____

asiakkaaseen _____

vinoon katsottaessa _____

jokin muu, mikä?

Arvioikaa tarkkana näkemistä nykyisillä silmälaseillanne seuraaviin kohteisiin. Antakaa kouluarvosana (4-10).

lukiessa lähietäisyydeltä _____

näppäimistölle _____

näytölle _____

aineistoon työpöydällä _____

asiakkaaseen _____

jokin muu etäisyys, mikä?

Onko nykyisillä silmälaseillanne tarkkana näkyvä alue riittävän laaja eri etäisyyksille?
Antakaa kouluarvosana (4-10).

lukiessa lähietäisyydeltä _____

näppäimistölle _____

näytölle _____

aineistoon työpöydällä _____

asiakkaaseen _____

jokin muu etäisyys, mikä?

SILMÄOIREET

Oletteko kokenut seuraavia oireita työskennellessänne nykyisillä
silmälaseilla/näköratkaisullanne? Ympyröikää sopivin vaihtoehto.

	erittäin paljon				ei lainkaan
rivien sumeneminen	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
rivien hyppiminen	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
kuivat tai ärtyneet silmät	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
punaiset/vetistävät silmät	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
väsyneet silmät	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
kaksoiskuvat	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
päänsärky	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
selkä-, niska-, hartiakipu	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
muita oireita, mitä?					
_____	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				

YLEISET TIEDOT

Montako tuntia teitte näyttöpäätetyötä keskimäärin työpäivän aikana? _____ tuntia

Jos mukaan ei lasketa puhelin- tai nettiasiakkaita, montako asiakasta kohtasitte keskimäärin työpäivän aikana? _____ asiakasta

Montako tuntia käytitte testilaseja keskimäärin työpäivän aikana? _____ tuntia

Oletteko muuttanut työskentelyolosuhteistasi testilasien käyttöjakson aikana?
Rastittakaa sopivin vaihtoehto.

- en ole muuttanut mitään
- istuma-asentoa
- aineiston sijoittelua
- näytön sijaintia
- muu, mikä? _____

Jos olette muuttanut työskentelyolosuhteitanne, niin miten?

NÄKEMINEN

Miten koitte näkevänne testilaseilla? Kertokaa esimerkkejä erilaisista tilanteista.

Arvioikaa **tarkkana näkemistä** testilaseilla seuraaviin kohteisiin. Antakaa kouluarvosana (4-10).

lukiessa lähietäisyydeltä _____
näppäimistölle _____
näytölle _____
aineistoon työpöydällä _____
asiakkaaseen _____
jokin muu etäisyys, mikä? _____

Oliko testilaseilla **tarkkana näkyvä alue** riittävän laaja eri etäisyyksille? Antakaa kouluarvosana (4-10).

lukiessa lähietäisyydeltä _____
näppäimistölle _____
näytölle _____
aineistoon työpöydällä _____
asiakkaaseen _____
jokin muu etäisyys, mikä? _____

Arvioikaa, millainen **näkemisen yleisvaikutelma** (ilmenikö esim. epämiellyttävyyden tuntemuksia) oli katseltaessa testilaseilla seuraaviin kohteisiin. Antakaa kouluarvosana (4-10).

lukiessa lähietäisyydeltä _____
näppäimistölle _____
näytölle _____
aineistoon työpöydällä _____
asiakkaaseen _____
vinoon katsottaessa _____
jokin muu, mikä? _____

Kummilla laseilla jouduitte **kääntelemään tai nyökyttelemään päätä** enemmän katsellessanne eri etäisyyksille verrattaessa testilaseja ja nykyisiä laseja keskenään? Ympyröikää sopivin vaihtoehto.

	testilaseilla enemmän	ei eroa	nykyisillä enemmän
lukiessa lähietäisyydeltä	1	2	3
näppäimistölle	1	2	3
näytölle	1	2	3
aineistoon työpöydällä	1	2	3
asiakkaaseen	1	2	3
jokin muu etäisyys, mikä? _____	1	2	3

Kuvailkaa, millaisina koitte **näkemisen laadun** testilaseilla? Kertokaa esimerkkejä erilaisista tilanteista.

SILMÄOIREET

Oletteko kokenut seuraavia oireita työskennellessänne testilaseilla? Ympyröikää sopivin vaihtoehto.

	erittäin paljon				ei lainkaan
rivien sumeneminen	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
rivien hyppiminen	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
kuivat tai ärtyneet silmät 1		2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
punaiset/vetistävät silmät 1		2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
väsyneet silmät	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
kaksoiskuvat	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
päänsärky	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
selkä-, niska-, hartiakipu 1		2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				
 muita oireita, mitä?					
_____	1	2	3	4	5
milloin / vrk aika?	_____				

Oliko kyseisten **oireiden ilmenemisessä eroa** verrattaessa testilaseilla työskentelyä nykyiseen silmälasii- tai näköratkaisuunne? Ympyröikää sopivin vaihtoehto.

	testilaseilla enemmän	ei eroa	nykyisillä enemmän	ei oireita kummallakaan
rivien sumeneminen	1	2	3	4
rivien hyppiminen	1	2	3	4
kuivat tai ärtyneet silmät	1	2	3	4
punaiset/vetistävät silmät	1	2	3	4
väsyneet silmät	1	2	3	4
kaksoiskuvat	1	2	3	4
päänsärky	1	2	3	4
selkä-, niska-, hartiakipu	1	2	3	4
muita oireita, mitä? _____	1	2	3	4

TESTILASIEN KÄYTTÖ

Millaisia odotuksia teillä oli testilaseista?

Miten testilasit vastasivat odotuksianne?

Millaisena koitte testilaseihin tottumisen?

Jos testilaseihin tottuminen tuntui hankalalta tai ette tottuneet niihin lainkaan testijakson aikana, kuvaile millaisia oireita koitte.

Arvioikaa, millaista työnäkemisenne on ollut testilaseilla nykyiseen silmälasii- tai näköratkaisunne verrattuna? Kertokaa esimerkkejä erilaisista tilanteista.

Tuntuivatko testilasit työssänne miellyttävämmiltä kuin nykyinen silmälasii- tai näköratkaisunne, miksi? Kertokaa esimerkkejä.

Koittako testilasien käytön hankalaksi joissakin tilanteissa tai ette käyttäneet testilaseja ollenkaan? Kertokaa mahdollisia esimerkkejä. Kertokaa myös miksi ette käyttäneet testilaseja mahdollisissa tilanteissa.

Vaihtoehtoja erilaisista tilanteista, joissa testilasien käyttö saattaa tuntua hankalalta. Rastittakaa sopivin vaihtoehto.

lähietäisyydeltä lukeminen

näytölle katsominen

aineiston katsominen

asiakkaaseen katsominen

käveleminen

Arvioikaa testilasien käyttöominaisuuksia nykyiseen silmälasii- tai näköratkaisuuuue verrattuna. Ympyröikää sopivin vaihtoehto.

	testilaseilla	ei eroa	nykyisillä
pään nyökyttelyä enemmän	1	2	3
pään kääntelyä enemmän	1	2	3
lähityö helpompaa	1	2	3
yleinen työskentely helpompaa	1	2	3

Kuvailkaa ja kertokaa esimerkkejä, millaisia mahdollisia muita eroja huomasiitte.

Mitkä olivat mielestänne testilasien hyvät ja huonot puolet nykyiseen silmälasii- tai näköratkaisuuuue verrattuna?

Antakaa testilaseille kouluarvosana asteikolla 4-10. _____

Tässä kyselylomakkeessa viittaamme ensiksi käytössä olleeseen silmälasipariin termillä ”testilasi 1”. Toisena käytössä olleeseen viittaamme termillä ”testilasi 2”.

TESTILASEJA KESKENÄÄN VERTAILEVAT KYSYMYKSET

Kuvailekaa millaista työnäkemiseen on ollut testilaseilla näitä keskenään verrattaessa?

Oliko seuraavien oireiden ilmenemisessä eroa testilasien kesken?

	testilaseilla 1 enemmän	ei eroa	testilaseilla 2 enemmän	ei oireita kummallakaan
kaksoiskuvat	1	2	3	4
rivien sumeneminen	1	2	3	4
rivien hyppiminen	1	2	3	4
kuivat tai ärtyneet silmät	1	2	3	4
väsyneet silmät	1	2	3	4
päänsärky	1	2	3	4
selkä-, niska-, hartiakipu	1	2	3	4
muita oireita, mitä? _____	1	2	3	4

Oliko jompaankumpaan testipariin helpompi tottua? Miksi?

Tuntuiko jompikumpi testilasipari työssänne miellyttävämmältä kuin toinen, miksi?

Mitkä olivat mielestänne testilasien hyvät ja huonot puolet toisiinsa verrattuna?

Oliko tarkkana näkyvän alueen laajuudessa eroa eri etäisyyksille verrattaessa testilasien kesken?

	testilaseilla 1 laajempi	ei eroa	testilaseilla 2 laajempi
lukiessa lähietäisyydeltä	1	2	3
näppäimistöön	1	2	3
näytölle	1	2	3
aineistoon työpöydällä	1	2	3
asiakkaaseen	1	2	3
jokin muu etäisyys, mikä?			
_____	1	2	3

Arvioikaa testilasien käyttöominaisuuksia verrattaessa 1. ja 2. testilaseja keskenään?

	1.laseilla	ei eroa	2. laseilla
pään nyökyttelyä enemmän	1	2	3
pään kääntelyä enemmän	1	2	3
lähityö helpompaa	1	2	3
yleinen työskentely helpompaa	1	2	3

Kuvaile ja kerro esimerkkejä, millaisia mahdollisia muita eroja huomasitte.
