

Jenni Huhtamäki – Ella Huhtanen – Emmi Suvanto

Mittaamisella on merkitystä

VisuReal® PREMIUM -videomitoitusjärjestelmän
käytettävyys- ja luotettavuustutkimus

Tekijät Otsikko	Jenni Huhtamäki, Ella Huhtanen, Emmi Suvanto Mittaamisella on merkitystä: VisuReal® PREMIUM - videomitoitusjärjestelmän käytettävyy- ja luotettavuustutki- mus
Sivumäärä Aika	54 sivua + 6 liitettä 11.11.2011
Tutkinto	Optometrismi
Koulutusohjelma	Optometrian koulutusohjelma
Ohjaajat	Lehtori Juha Havukumpu Lehtori Juha Päällysaho
<p>Opinnäytetyömme tarkoitus oli selvittää visuReal® PREMIUM -videomitoitusjärjestelmän käytettävyyttä ja luotettavuutta. Luotettavuutta arvioimme vertaamalla videomitoitusjärjestelmällä saatuja progressiivisen linssin mitoitustuloksia perinteisten mitoitusmenetelmien mitoitustuloksiin. Arvioimme myös, onko videomitoitusjärjestelmän käyttäjän optisen alan kokemuksella merkitystä mittaustulosten tarkkuuteen. Käytettävyyttä tutkimme käyttäjätestin yhteydessä kyselytutkimuksella ja omien käyttökokemustemme perusteella. Opinnäytetyömme on tehty yhteistyössä Hoya Lens Finland Oy:n kanssa.</p> <p>Tutkimusjoukko koostui kahdesta yhdeksän optometristiopiskelijan mittaajaryhmästä ja kolmesta koehenkilöstä. Mittaajat suorittivat mittaukset kolmella eri menetelmällä kaikille koehenkilöille. Mittausmenetelmät olivat visuReal® PREMIUM -videomitoitusjärjestelmän lisäksi PD-mitta ja pupillometri -menetelmät. Mitattavat parametrit olivat keskiöväli, oikean ja vasemman silmän keskiöväli ja rajankorkeus. Mitoituksia tehtiin yhteensä 162. Kaikki mittaajat täyttivät myös kyselylomakkeen.</p> <p>Mittaustulokset kirjattiin Excel-taulukkoon ja analysoitiin ne SPSS-ohjelman avulla. Käytimme SPSS-ohjelmaa myös kyselylomakkeiden tuloksien sekä ryhmien välisen vertailun analysoinnin tukena. Käytettävyyden arviointi perustui Nielsenin listan mukaisiin heuristiikkoihin.</p> <p>Tutkimuksen tulosten mukaan visuReal® PREMIUM -videomitoitusjärjestelmällä saadaan tarkempia mittaustuloksia kuin perinteisillä mitoitusmenetelmillä. Eri mitoitusryhmiä vertaileva tutkimus osoittaa, ettei mittaajan optisen alan kokemus vaikuta videomitoitusjärjestelmällä saatujen mittaustulosten tarkkuuteen. VisuReal® PREMIUM -videomitoitusjärjestelmän käyttö koetaan helpoksi ja nopeasti omaksuttavaksi. Järjestelmän monipuolisuus ja hyvä käytettävyys tukevat sen hyödyllisyyttä työelämässä.</p>	
Avainsanat	visuReal, progressiivinen linssi, mitoitusmenetelmät, käytettävyys, luotettavuus

Authors	Jenni Huhtamäki, Ella Huhtanen, Emmi Suvanto
Title	Measuring Matters : The Study of VisuReal® PREMIUM Usability and Reliability
Number of Pages	54 pages + 6 appendices
Date	Autumn 2011
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Optometry
Instructors	Juha Havukumpu, Senior Lecturer Juha Päällysaho, Senior Lecturer
<p>The purpose of this study was to investigate the usability and reliability of the visuReal® PREMIUM video measurement centration system. We investigated the reliability by comparing the visuReal® PREMIUM progressive lens measurement results to the traditional measurement methods' results. We also investigated if there was any effect of the user's experience of the optical industry on the accuracy of the results when taking measurements with visuReal® PREMIUM. The study of usability was based on our own experiences and a questionnaire. Our study was made in collaboration with Hoya Lens Finland Oy.</p> <p>The data for this study was collected with three testees and two measurement groups of nine students. All members of the measurement groups measured all three testees with three different measurement methods. The other two methods besides the visuReal® PREMIUM were PD-ruler and pupillometer -methods. The measured parameters were pupillary distance, pupillary distance for the right and the left eye and fitting point height. Altogether 162 measurements were performed. Members of the measurement groups filled in a questionnaire.</p> <p>We documented the results in an Excel-table and analyzed them by using SPSS-program. We used SPSS-program to support the analysis of the questionnaire results and the results of comparison between the measurement groups. Usability evaluation was based on the heuristics of Nielsen's list.</p> <p>The results of the study suggest that the visuReal® PREMIUM provides more accurate measurement results compared to the traditional measurement methods. The study of comparing different groups shows that the user's experience of the optical industry does not affect the accuracy of the video measurement centration systems results. The use of the visuReal® PREMIUM is considered easy and quick to learn. The system's versatility and good usability support its utility in working life.</p>	
Keywords	visuReal, progressive lens, measurement methods, usability, reliability

Sisällys

1	Johdanto	1
2	VisuReal® PREMIUM -videomitoitusjärjestelmä	3
2.1	Mittauksen suorittaminen	4
2.2	Hoya Module	5
3	Progressiivinen linssi	7
3.1	Progressiivisen linssin mitoitus	8
4	Mitoitusparametrit	10
4.1	PD eli silmäteräväli	10
4.1.1	PD:n mittaaminen	11
4.1.2	Pupillometrimitoitus	11
4.2	KV eli keskiöväli	12
4.3	Rajankorkeus	13
4.4	Pintaväli	13
4.5	Pantoskooppinen kulma	14
5	Käytettävyys	15
5.1	Käyttäjätesti	17
5.2	Visuaalinen suunnittelu	18
6	Luotettavuus	20
6.1	Reliabiliteetin arvioiminen	20
7	Tutkimuksen toteutus	22
7.1	Tutkimustehtävä	22
7.2	Opinnäytetyön eteneminen	23
7.3	Tutkimusjoukon valinta ja mittausten toteuttaminen	24
7.4	Kyselylomake	27
7.5	Tutkimusjoukon kuvaus	27
8	Tutkimustulokset	28
8.1	Mitoitusmenetelmiä vertailevan tutkimuksen tulokset	28

8.2	Ryhmien välisen vertailun tulokset	33
8.3	Kyselylomakkeen tulokset	33
9	Analysointi	36
9.1	Luotettavuus	36
9.1.1	PD-mitta -menetelmä vs. visuReal-videomitoitusjärjestelmä	37
9.1.2	Pupillometri-menetelmä vs. visuReal-videomitoitusjärjestelmä	40
9.1.3	PD-mitta vs. pupillometri -menetelmä	42
9.1.4	Ryhmien välinen vertailu	43
9.2	Käytettävyys	43
9.2.1	Käyttäjätesti	44
9.2.2	Järjestelmän käytettävyys	45
9.2.3	Järjestelmän visuaalinen suunnittelu	47
10	Johtopäätökset	49
11	Pohdinta	51
	Lähteet	53
	Liitteet	
	Liite 1. Kirjallinen ohjeistus visuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitoittamiseen	
	Liite 2. Kyselylomake	
	Liite 3. PD-mitta -menetelmällä saadut arvot	
	Liite 4. Pupillometri-menetelmällä saadut arvot	
	Liite 5. VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä saadut arvot	
	Liite 6. Kyselylomakkeen vastaukset	

1 Johdanto

Opiskelumme aikana olemme huomanneet yksilöllisten progressiivisten linssien tulleen tärkeäksi osaksi optikkoliikkeen myyntiä. Työelämässä progressiivisten linssien mitoituksen tärkeys on korostunut, sillä siihen vaaditaan aiempaa enemmän mittauksia. Tällöin on tärkeää, että mitoitustuloksilla saadaan mahdollisimman tarkkoja tuloksia. Oman kokemuksemme mukaan mitoittaminen vie paljon aikaa ja vaatii erityistä tarkkuutta. Lisäksi mitoitustulokset ja -välineet vaihtelevat eri liikkeissä.

Linssivalmistajat ovat tuoneet markkinoille videomitoituslaitteita linssien mitoituksen helpottamiseksi. Niiden käyttö ei ole kuitenkaan vielä yleistynyt optikkoliikkeissä. Kiinnostuimme selvittämään kuinka luotettavia mitoitustuloksia videomitoituslaitteella saadaan. Halusimme myös selvittää, onko videomitoituslaitteen käyttö helppoa ja aikaa säästävää.

Opinnäytetyömme tehdään yhteistyössä Hoya Lens Finland Oy:n kanssa. Tutkimme heidän maahantuomansa visuReal® PREMIUM -videomitoitusjärjestelmän käytettävyyttä ja mittaustulosten luotettavuutta. Videomitoitusjärjestelmän tarkoitus on tehdä mitoittajan työstä nopeaa ja sujuvaa, sekä mahdollistaa tarkan mitoituksen suorittaminen kokemattomallekin mitoittajalle. Pyrkimyksenä on myös vähentää linssin mitoitustulosten aiheuttamien reklamaatioiden määrää.

Teemme vertaavan tutkimuksen, jossa selvitämme eri mitoitustulosten vaikutusta mittaustuloksen tarkkuuteen. Vertaamme visuReal-videomitoitusjärjestelmän mittauksia työelämässä eniten käytössä oleviin menetelmiin, joita ovat pupillometrillä sekä PD-mitalla ja tussilla mitoittaminen. Tutkimme myös, onko videomitoitusjärjestelmän käyttäjän optisen alan kokemuksella merkitystä mittaustulokseen. Vertailtavia ryhmiä on kaksi, joista toinen koostuu kokeneista optometristiopiskelijoista ja toinen kokemattomista optometristiopiskelijoista.

Vastaavanlaista tutkimusta ei ole tehty aiemmin. Wesemann julkaisi vuonna 1997 tutkimuksen, jossa esiteltiin PD-mitalla, eri valmistajien pupillometreillä sekä silloin ainoana markkinoilla olleella videomitoitusjärjestelmällä suoritettujen mittausten tarkkuutta.

Vuonna 2008 Wesemann toteutti tutkimuksen, jossa verrattiin eri pupillometreillä sekä eri valmistajien videomitoitusjärjestelmillä saatuja mittaustuloksia keskenään. Tämän tutkimuksen mukaan videomitoitusjärjestelmillä saadaan mitattua tarkempia tuloksia. (Comparison of PD measuring devices. Part 1 2010: 23; Comparison of PD measuring devices. Part 2 2010: 19.)

Esittelemme työmme alussa tarkemmin visuReal-videomitoitusjärjestelmän toimintaa ja ominaisuuksia. Teoriaosuudessa kerromme myös progressiivisesta linssistä, sen mitoituksesta ja mitoituksessa tarvittavista parametreista. Näiden jälkeen esittelemme tutkimustehtävän ja kuvailemme opinnäytetyömme toteutusta. Lopuksi esittelemme tutkimustulokset ja analysoimme niitä.

2 VisuReal® PREMIUM -videomitoitusjärjestelmä

VisuReal-mitoituslaite (Kuvio 1) on tietokoneavusteinen videomittausjärjestelmä, jonka valmistaja, saksalainen Ollendorf Mess-Systeme, toi markkinoille vuonna 1997 (Good vision means quality of life n.d). Mittausjärjestelmä koostuu tietokoneohjatusta kamerapylväästä, tietokoneesta, silmälasikehykseen asetettavasta mitoitustyökalusta ja tietokoneohjelmasta. Näiden avulla järjestelmällä voidaan mitata silmälasilinssien valmistuksessa tarvittavat parametrit millimetrin kymmenyksen tarkkuudella. (VisuReal® PREMIUM user manual 2010: 3.)



Kuvio 1. VisuReal® PREMIUM -videomitoitusjärjestelmä (Hoya).

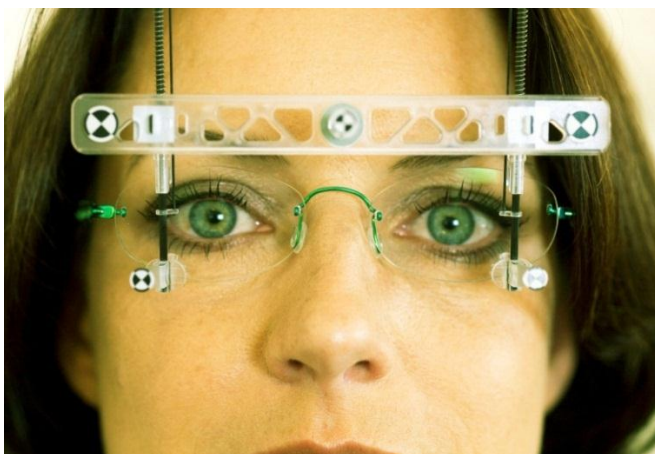
Mitattavia parametreja ovat silmäteräväli, rajankorkeus, kallistuskulma, pintaväli, kehyksen kaarevuus ja pään kääntyminen horisontaalisuunnassa. Järjestelmä ottaa huomioon mittaustuloksissa myös konvergenssin vaikutuksen (The functions of visuReal® n.d). Lisävarusteena järjestelmään kuuluu kehykseen asetettava erillinen anturi, jonka avulla voidaan määrittää ja arvioida asiakkaan luonnollista päänasentoa (VisuReal®

PREMIUM user manual 2010: 47). Järjestelmä sisältää myös visuMovie-ohjelman, jolla voidaan myyntitapahtuman tukena esitellä ja kuvata asiakkaalle valittuja silmälasikehyksiä, sekä havainnollistaa erilaisia linssipinnoitteita ja -värejä. (VisuReal® PREMIUM user manual 2010: 3, 52.)

2.1 Mittauksen suorittaminen

Mittausetäisyydeksi voidaan määrittää 1-4 metriä, mutta optimaalisin etäisyys mittausten suorittamiseksi on 3,5 metriä. Ennen mittausten aloittamista asiakkaalle valittu kehyks taivutellaan hyvin istuvaksi. Suositeltavaa on ottaa demolinssit pois kehyksestä, sillä niiden pinta saattaa olla likainen ja heijastaa valoa kuvanlaatua heikentäen (VisuReal® PREMIUM user manual 2010: 17). (VisuReal® PREMIUM user manual 2010: 4, 9.)

Ennen mittausta kehykseen asetetaan mitoitustyökalu, joka on tärkeää kohdistaa täsmälleen keskelle kehystä mittausvirheiden välttämiseksi (Kuvio 2). Mitoitustyökalussa olevien kalibrintimerkkien avulla ohjelma tunnistaa automaattisesti ja nopeasti tarvittavat mitoituspäätimet, lukuun ottamatta pintaväliä. Asiakas seisoo tai istuu, ja katsoo suoraan kohti kamerapylväässä välkkyvää punaista valopistettä. Mittaus tapahtuu asiakkaan katselinjan ollessa nollakulmassa, sillä kameran korkeutta säätelällä kuva otetaan asiakkaan silmien korkeudelta. Mittaajan on tärkeää huomioida, että asiakkaalla on luonnollinen päänasento mittauksen ajan. (VisuReal® PREMIUM user manual 2010: 3-4, 8-9.)



Kuvio 2. Mitoitustyökalu asetettuna kehykseen (Hoya).

Kuvan ottamisen jälkeen mittaja tarkistaa mitoituserkkien sijainnit ja kohdistaa ne tarvittaessa paikoilleen tietokoneohjelman avulla. Kohdistettavia merkkejä ovat mitoitustyökalun kalibrointimerkit, asiakkaan pupillien kohdat sekä linssiaukkojen reunat boxing-mitoituksen mahdollistamiseksi. Boxing-mitotusmenetelmä perustuu nelikulmioon, joka muodostuu linssin reunojen tangenteista. Nelikulmion keskiviivojen avulla määritetään osa mitotusparametreista. Mitotuserkkien kohdistamisen helpottamiseksi haluttua kohtaa kuvassa voidaan suurentaa. Lisäksi kuvan kontrastia säätämällä voidaan havaita helpommin esimerkiksi pupilli tummasta värikalvosta. Kun merkit on siirretty kohdilleen, tietokoneohjelma määrittää kalibrointimerkkien avulla parametrit, ja havainnoi myös asiakkaan pään kääntymisen sekä kallistuskulman. (Obstfeld 1992: 138; visuReal® PREMIUM user manual 2010: 20-22, 28.)

VisuReal-videomitotusjärjestelmällä mitattava kallistuskulma on pantoskooppisen kulman ja pään kallistuskulman yhteen laskettu summa. Edetessä ohjelmassa eteenpäin mittaja voi valita otetaanko mitotustuloksissa huomioon pään kääntyminen ja kallistuskulma. Molemmat arvot voidaan muuttaa nollaan asteeseen tai manuaalisesti mittaajan oman arvion mukaan. Muutoksen jälkeen ohjelma laskee uudet mitotusarvot. (VisuReal® PREMIUM user manual 2010: 28.)

Erityisesti yksilöllisten progressiivisten linssien mitotusta varten visuReal-videomitotusjärjestelmällä voidaan mitata myös pintaväli. Pintavälimittaa varten otetaan toinen kuva, jossa asiakasta pyydetään kääntymään 90 astetta sivulle ja katsomaan suoraan eteenpäin. Kuvan ottamisen jälkeen mitotuserkit kohdistetaan paikoilleen. (VisuReal® PREMIUM user manual 2010: 33.)

Mitotukset voidaan tehdä myös monokulaarisesti. Se on erityisesti suositeltavaa, jos asiakkaan silmälasimääräyksessä on prismakorjausta. Tällöin molemmista silmistä otetaan omat kuvat toisen silmän ollessa peitettyinä. (VisuReal® PREMIUM user manual 2010: 51.)

2.2 Hoya Module

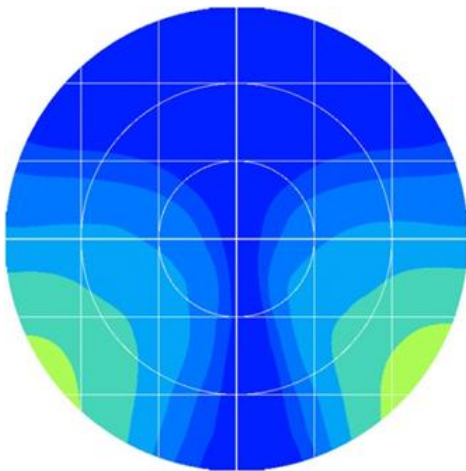
Hoya Modulen avulla visuReal-videomitotusjärjestelmä saadaan yhdistettyä suoraan Hoyalog:iin, jossa Hoyan linssitilaus tehdään. Progressiivisia linssejä tilatessa ohjelmalla

voidaan valita muun muassa, onko lähiläsän voimakkuus eli aderaus määritetty foropterin vai koekehysten avulla. Tarpeen mukaan myös lukuetäisyyttä tai lukualueen sisennystä voidaan muuttaa asiakkaalle sopivaksi. (VisuReal® PREMIUM user manual 2010: 44.)

3 Progressiivinen linssi

Nuoren ihmisen silmät kykenevät muuttamaan refraktiivista voimakkuuttaan mykiön kaarevuuden vaihtelulla. Tätä kutsutaan akkommodaatioksi. Akkommodaatio tapahtuu automaattisesti katseen kohdistuessa eri etäisyyksille. Ihmisen ikääntyessä mykiön kaarevuuden vaihtelu vähenee ja mykiö menettää elastisuuttaan. Tällöin katseen tarkentaminen lähietäisyydelle hankaloituu ja tehokas lukeminen sekä lähityöskentely koetaan vaikeaksi tai mahdottomaksi. Tällaista taittovirhettä kutsutaan presbyopiaksi eli aikuisnäöksi. Presbyopiaa voidaan korjata progressiivisilla linseillä tai kaksiteho-, kolmiteho- sekä piilolinseillä. (Bennett – Rabbetts 2007: 125, 129; Grosvenor 2007: 19.)

Progressiivinen linssi koostuu useasta eri voimakkuudesta (Kuvio 3). Linssin alaosassa on suurin plus-suuntainen voimakkuus, joka on tarkoitettu lähelle katseluun. Linssin yläosassa on kaukovoimakkuus. Linssin ylä- ja alaosan välissä on kanava, joka muodostuu linssin etupinnan kaarevuuden kasvusta kohti linssin alareunaa. Kanavassa voimakkuuden muutos on progressiivista, mikä mahdollistaa katselun kauko- ja lähietäisyyksien välisille etäisyyksille. Progressiivisen linssin merkittävin ongelma on reuna-alueille muodostuva ei-toivottu astigmaattisuus, joka aiheutuu jatkuvasta voimakkuuden muutoksesta linssin rakenteesta. Astigmaattisuutta kuvaavat käyrät ovat reuna-alueiden ei-toivotun astigmaattisuuden tärkeä mittari. Perifeerinen ei-toivottu astigmaattisuus voi heikentää näöntarkkuutta ja mahdolliset sivusuuntaiset vääristymät linssissä voivat heikentää käyttäjän sopeutumista linssiin. (Jalie 1999: 15; Kwok-Hei Mok – Sin-Ting Chung – Wai-Keung Kwok 2011: 31; Fisher – Meister 2008: 240.)



Kuvio 3. Esimerkki progressiivisen linssin rakenteesta (Hoya).

Myös kaksi- ja kolmiteliholinssejä käytetään presbyopian korjaamiseen. Kaksi- ja kolmiteliholinsseissä on rajatut voimakkuusalueet, jotka määrittävät tietyille etäisyyksille. Katseen siirtyessä voimakkuusalueelta toiselle linssi aiheuttaa kuvan koon ja paikan muutoksen. Silmä joutuu sopeutumaan kahdelle eri voimakkuudelle ja prismaattiselle vaikutukselle. Progressiivisen linssin etuna on sen rajaton voimakkuuden muutos. Akkommodaation ei tarvitse vaihdella suuresti katsottaessa eri etäisyyksille, joten se on luonnollisempaa. Progressiivisen muotoilun vuoksi linssissä ei tule kuvahyppyä siirryttäessä alueelta toiselle eikä linssissä ole näkyviä raja-alueita. Progressiiviset linssit ovat nykyään ensisijainen presbyopian korjausmuoto. (Jalie 1999: 150; Fisher – Meister 2008: 240.)

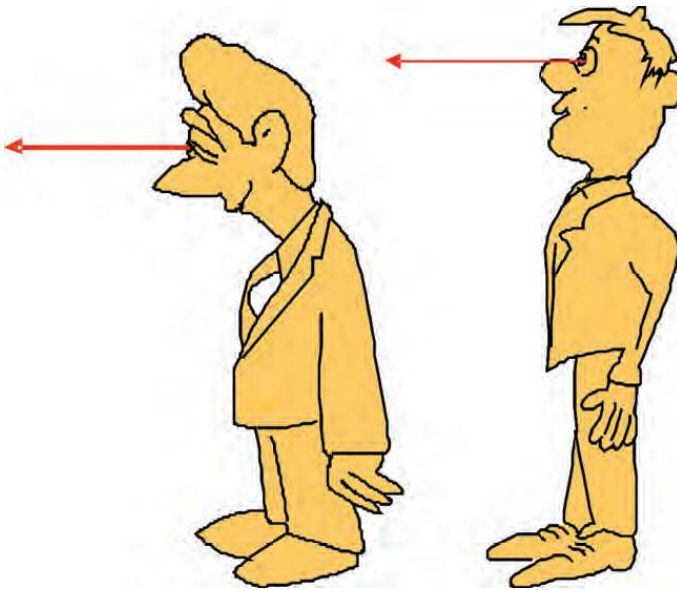
3.1 Progressiivisen linssin mitoitus

Yksilöllisten progressiivisten linssien käytön yleistymisen myötä niiden keskiöinti on entistä tärkeämpää, eikä pelkkä silmäterävälän mittaaminen enää riitä. Nykyisin linssin valmistuksessa voidaan ottaa huomioon myös pintaväli, kehyskaarevuus ja pantoskooppinen kulma. Keskiöntivirheet saattavat aiheuttaa astenooppisia oireita, stereoskooppisen näön laadun heikkenemistä ja progressiivisen linssin tarkannäkemisen alueen kaventumista. Jos silmä ei katso linssin optisen keskipisteen läpi, valonsäteet poikkeavat prismaattisesti ennen kuin ne saavuttavat silmän. Tällöin kohde nähdään eri paikassa kuin missä se todellisuudessa on. Ainoastaan, kun silmän visuaalinen akseli läpäisee linssin optisen keskipisteen, prismaattista vaikutusta ei synny. (Obstfeld 1997: 223; Comparison of PD measuring devices. Part 1 2010: 23.)

Mitoitus tulee tehdä valittuun kehykseen, koska pienikin muutos kehyksen istuvuudessa siirtää linssin optista keskipistettä silmään nähden. Tällöin progressiivisen linssin kanava voi asemoitua väärään kohtaan vaaka- tai pystysuunnassa. (Kozol – Capone – Kozol 1998: 78.)

Mitoitettaessa progressiivisiä linssejä yksi tärkeä huomioon otettava asia mitoitustilanteessa on asiakkaan pään ja vartalon asento (Kuvio 4). Ennen mittausten tekemistä asiakasta tulisi kehottaa ottamaan mahdollisimman luonnollinen asento. Yleensä mittauksittilanne on asiakkaalle jännittävä, ja luonnollista pään ja vartalon asentoa on vaikea

löytää tietoisesti. Päinvastoin asiakas saattaa hakeutua asentoon, joka ei ole hänelle lainkaan luonnollinen. (Comparison of PD measuring devices. Part 1 2010: 27.)



Kuvio 4. Vartalon asennon vaikutus mitoitukseen (Comparison of PD measuring devices. Part . 2010: 27).

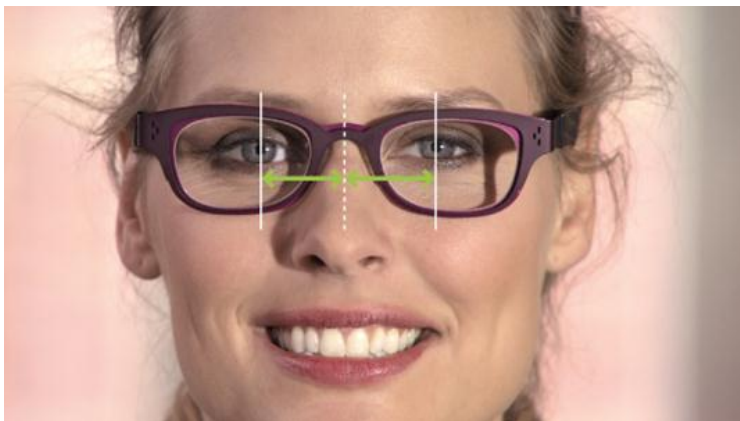
Jos asiakas pitää leukaansa korkeammalla kuin normaalisti, rajankorkeus mitataan liian alas ja jos asiakas on kääntänyt päätään liioitellusti alaspäin, rajankorkeus mitataan liian korkealle. Mittaajan tulisi tarkkailla tilannetta koko mittauksen ajan. (Comparison of PD measuring devices. Part 1 2010: 27.)

4 Mitoitusparametrit

Seuraavissa kappaleissa kerromme progressiivisen linssin asennuksessa tarvittavista mitoitusparametreista. Esittelemme ainoastaan tutkimuksessamme käytettyjen mitoitusparametrien mittaamista.

4.1 PD eli silmäteräväli

PD (engl. inter pupillary distance) tarkoittaa oikean ja vasemman silmän pupillien keskikohtien välistä etäisyyttä. PD on mitta, jota tarvitaan kaikkien silmälasilinssien valmistusta varten, jotta linssien optinen keskipiste saadaan asennettua oikein. Jos katse ei kohdistu linssin optisen keskipisteen läpi, syntyy prismaattista vaikutusta. Monokulaarinen PD on etäisyys nenän varren keskikohdasta joko oikean tai vasemman pupillin keskikohtaan (Kuvio 5). Tällöin tulee ilmoittaa, kumman silmän PD:stä on kyse. (Obstfeld 1997: 222-223.)



Kuvio 5. Silmäteräväli havainnollistettuna monokulaarisesti (Hoya).

Optinen akseli on kuvitteellinen viiva, joka yhdistää silmän refraktiivisten pintojen keskikohdat. Silmän verkkokalvon foveolaa ja kohdetta yhdistävää kuvitteellista viivaa kutsutaan visuaaliseksi akseliksi. Pupillaarinen akseli on kuvitteellinen viiva, joka kulkee pupillin keskustan läpi kohtisuorasti sarveiskalvon pintaan. Optisen ja visuaalisen akselin välinen kulma on yleensä noin viisi astetta. Visuaalinen akseli on useimmiten optisen akselin nasaalipuolella. Tällöin kulman arvo on positiivinen. Jos visuaalinen akseli on optisen akselin temporaalipuolella, kulman arvo on negatiivinen. Nämä kaksi akselia eivät välttämättä sijaitse samassa horisontaalisessa tasossa. (Obstfeld 1997: 222-223.)

4.1.1 PD:n mittaaminen

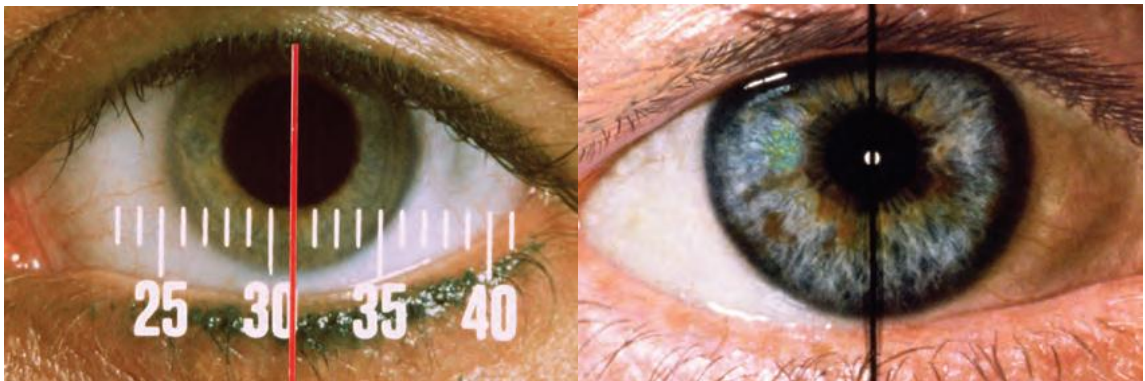
PD mitataan silmälasikehyksen tasolta mitattavan silmien fiksoidessa kaukokohteeseen. Mittaajan silmien tulisi olla samalla korkeudella kuin mitattavan silmät ovat. PD:n mittaamiseen on monia eri tapoja. Yleensä käytetään tapaa, jossa mittaaja voi yrittää paikantaa pupillien keskikohdat visuaalisesti ja mitata niiden välisen etäisyyden millimetri-
viivaimella eli PD-mitalla. Tämä onnistuu, jos pupillit ovat säännöllisen muotoiset sekä pupillin ja värikalvon raja on selvästi nähtävillä. Pupillin keskikohdan paikantaminen voi olla hankalaa, jolloin on helpompaa mitata etäisyys pupillin reunasta toisen pupillin reunaan. Mittaus voidaan tehdä esimerkiksi oikean pupillin temporaalipuolelta vasemman pupillin nasaalipuolelle. Jos värikalvo on pigmentiltään hyvin tumma, pupillin reunojen määrittäminen saattaa olla mahdotonta. Tällöin on mahdollista mitata etäisyys limbukselta toiselle limbukselle, koska värikalvot ovat yleensä samanmuotoiset keskenään. PD:n voi myös määrittää mittaamalla oikean ja vasemman silmän nasaalipuolen limbusten välisen etäisyyden ja lisäämällä siihen 11 mm, joka on keskimääräinen pupillin ja värikalvon yhteenlaskettu horisontaalinen halkaisija. Tämä mittaustapa on erityisen hyvä silloin, jos pupillit ovat epäsäännöllisen muotoiset tai erikokoiset keskenään. Toisaalta voisi olla parempi lisätä 9 mm 11 mm sijasta, jolloin saataisiin visuaalisten akselien etäisyys toisistaan. Jos asiakas ei ole yhteistyökykyinen tai silmät karsastavat, täytyy mitata etäisyys toisen silmän sisäkantuksesta toisen silmän ulkokantukseen. (Obstfeld 1997: 222-225.)

4.1.2 Pupillometrimittaus

Nykyisin on saatavilla erilaisia laitteita yksinkertaistamaan PD:n mittaamista. Suosituin laite on sarveiskalvoheijasteesta PD:n mittaava pupillometri. Pupillometrillä mitattaessa mitattava katsoo kohti valopistettä, joka koetaan muodostuvan kaukaisuudessa. Sarveiskalvon etummainen pinta muodostaa kuvan tästä valopisteestä. Mitoittaja siirtää laitteen vertikaalista hiusviivaa, kunnes viiva on valopisteestä muodostuneen kuvan keskellä. Hiusviivan sijainti näkyy asteikolla, josta mitta on luettavissa tai se voidaan ilmoittaa laitteessa digitaalisesti. Laitteen käytössä ajatellaan, että sarveiskalvoheijaste vastaa visuaalista akselia. Tämä toteutuu, jos optisen akselin ja visuaalisen akselin välinen kulma on nolla. (Jalie 1999: 41-41.)

Pupillometrimittauksen aikana on vaikea estää pupillaarisia reaktioita, jotka saattavat vaihdella mittauksen aikana. Tämän lisäksi luminanssi ja tahaton akkommodaatio vaikuttavat mittaustulokseen. (Bennett – Rabbetts 2007: 414-415.)

Useimmilla ihmisillä sarveiskalvoheijaste on siirtynyt hieman nasaalisesti verrattuna pupillin keskikohtaan. Siirtymä pupillin keskikohtaan nähden ei ole vakio, vaan se vaihtelee yksilöllisesti. Sarveiskalvoheijasteista mitattu PD on keskimäärin 0,5 mm pienempi kuin PD mitattuna pupillin keskikohdista (Kuvio 6). Nykyään keskustellaan yhä siitä, kumpi keskiöintimenetelmä toimii paremmin. Jos katsotaan silmää geometris-optiselta kannalta, on keskiöinti pupillin keskelle tarkoituksenmukaisempaa. Sarveiskalvoheijasteen perusteella tehdyn keskiöinnin etu on, että heijaste sijoittuu aina samaan paikkaan riippumatta pupillin koosta. Sarveiskalvoheijaste on myös helppo paikantaa. (Comparison of PD measuring devices. Part 1 2010: 23.)



Kuvio 6. Vasemmalla PD:n mittaus pupillin keskelle ja oikealla sarveiskalvoheijasteeseen (Comparison of PD measuring devices. Part 1 2010: 23).

4.2 KV eli keskiöväli

KV eli keskiöväli on oikean ja vasemman keskiöintipisteen välinen horisontaalinen etäisyys. Keskiöintipiste on kohta, johon linssin optisen keskipisteen tulee sijoittua. Monokulaarinen keskiöintipiste tulee määrittää jokaiselle linssille erikseen. Tämä on tärkeää erityisesti, jos linssivoimakkuus on suuri tai kyseessä on progressiivinen linssi. (Obstfeld 1997: 222.)

4.3 Rajankorkeus

Rajankorkeuden määrittäminen on toiseksi tärkein mitoitusp parametri ja sen tärkeys korostuu progressiivisten linssien käytössä. Rajankorkeus mitataan linssin alareunasta pupillin keskikohtaan. Se voi olla eri oikean ja vasemman silmän välillä (Jalie 1999: 156). Jos progressiiviset linssit asennetaan liian ylös, linssien käyttäjä katsoo kauas kanava-alueen läpi ja näkee kaiken epätarkemmin. Jos linssit asennetaan liian alas, linssien käyttäjän täytyy siirtää katsettaan huomattavasti enemmän alaspäin nähdäkseen lähietäisyydelle tarkasti. (Comparison of PD measuring devices. Part 1 2010: 17.)

Linssien vertikaaliseen keskiöintiin on olemassa erilaisia mittaustapoja (Comparison of PD measuring devices. Part 1 2010: 24). Rajankorkeuden mitoituksessa asiakkaan valitsema kehys tulee asettaa ja taivutella hyvin istuvaksi asiakkaan kasvoille. Kehyksen tulee istua lähellä kasvoja, jotta pintaväli on mahdollisimman pieni. Pantoskooppisen kulman tulee olla oikea. Ylhäältä katsottuna kehys kummankin reunan tulee olla yhtä kaukana asiakkaan kasvoista. Mitoituksessa tulee huomioida, että linssissä on riittävästi tilaa pupillin alapuolella lukualuetta varten. Kun kehys on säädetty oikealle kohdalle asiakkaan kasvoilla, asiakas katsoo suoraan mitoitettajan silmiin. Mitoittajan tulee tarvittaessa säätää tuolinsa siten, että asiakkaan silmät ovat samassa tasossa mitoitettajan silmien kanssa. Ensin asiakas katsoo suoraan mitoitettajan vasempaan silmään, jolloin mitoitettaja piirtää mitoitustussilla asiakkaan oikean pupillin keskikohdan paikan kehys demolinssiin. Seuraavaksi asiakasta pyydetään katsomaan mitoitettajan oikeaan silmään liikuttamatta päätään. Mitoittaja merkitsee asiakkaan vasemman pupillin keskikohdan paikan kehys demolinssiin. Tämän jälkeen asiakasta pyydetään ottamaan kehys pois ja asettamaan se uudestaan kasvoilleen. Tällä tavalla varmistetaan, että mitoituspisteet ovat edelleen pupillien keskikohdissa. Mittauksessa millimetriivivain asetetaan vertikaalisesti vasten linssiä, ja mitta luetaan demolinssiin piirretystä merkistä linssin alareunaan. (Kozol ym. 1998: 72, 78-79; Jalie 1999: 156.)

4.4 Pintaväli

Etäisyyttä linssin visuaalisesta pisteestä sarveiskalvon pintaan kutsutaan pintaväliksi. Silmälasilinssin visuaalinen piste on kohta, jossa visuaalinen akseli risteää korjaavan linssin takapinnan kanssa. Linssin takapinnan kaarevuussäde on normaalisti suurempi

kuin linssin visuaalisen pisteen etäisyys silmän kääntöpisteeseen. Tällöin pintaväli on kauas katsottaessa pienempi kuin katsottaessa linssin alaosalla lähelle. Pintavälin pienentyessä tai kasvaessa linssin polttopiste ei vastaa silmän kaukopistettä. Tällöin linssin voimakkuuden vaikutus ei ole enää oikea. Jos pintaväliä pienennetään, linssin plus-suuntaista voimakkuutta tulee lisätä. Vastaavasti, jos pintaväliä suurennetaan, linssin miinus-suuntaista voimakkuutta tulee lisätä. Pintavälin huomioon ottaminen on erityisen tärkeää yli viiden dioptrian voimakkuuksilla. (Ostfeld 1997: 214; Jalie 1999: 17.)

4.5 Pantoskooppinen kulma

Pantoskooppinen kulma on linssin optisen akselin ja silmän visuaalisen akselin välinen kulma (Obstfeld 1997: 247). Kehys tulisi säätää niin, että pantoskooppinen kulma on 12-15 astetta. Tällöin kehyksen alareuna on lähempänä kasvoja kuin kehyksen yläreuna. (Kozol ym. 1998: 79.)

5 Käytettävyys

Käytettävyys on jokaisen tuotteen tai käyttöliittymän ominaisuus. Sen tarkoituksena on johdattaa tuotteen käyttäjä mutkattoman helposti haluamaansa päämäärään. Yksinkertaisesti se on ihmisen ja koneen välistä vuorovaikutusta, jonka hyviä ja huonoja ominaisuuksia voidaan tutkia. Kansainvälisen standardointijärjestö ISO:n määrittämän ISO 9241 standardin mukaan käytettävyyttä arvioidessa tulisi tarkastella käyttäjää, hänen tehtäväänsä, työvälinettä sekä toimintaympäristöään. (Kuutti 2003: 13-15.)

Käytettävyyttä arvioidaan usein heuristiikkojen avulla. Ne määrittelevät sääntöjen ja ohjeiden avulla käytettävyydeltään hyvän käyttöohjelman kriteerit. Heuristiikoista yleisimmin käytössä on Nielsenin lista, jossa käytettävyysopit on tiivistetty helposti ymmärrettäviksi ja sovellettaviksi. Heuristiikkoja voidaan soveltaa yhtälailla valmiin tuotteen kuin prototyypin arvioimiseen. Nielsenin lista soveltuu erityisen hyvin valmiin tuotteen käytettävyyden arviointiin. Nielsenin mukaan ongelmien löytymisprosentti on ideaali, jos tuotetta tarkastelee viisi arvioijaa. Tällöin olemassa olevista käytettävyysongelmista on mahdollista havaita kolme neljäsosaa, kun yksittäinen arvioija havaitsee 35 prosenttia niistä. Arvioijien määrän lisääminen viidestä ei enää merkittävästi kasvata ongelmien löytymisprosessia. (Kuutti 2003: 47-48.)

Heuristisen arvioinnin tuotos on lista havaituista puutteista ja ongelmista. Siinä kerrotaan, mitä heuristiikan sääntöä on rikottu. Lista ei sisällä suoranaisesti kehitysehdotuksia ongelmakohtien parantamiseksi. (Kuutti 2003: 49.)

Kuutti (2003: 49) on suomentanut alkuperäisen Nielsenin listan teoksessaan Käytettävyys, suunnittelu ja arviointi seuraavasti:

- Vuorovaikutuksen käyttäjän kanssa tulee olla yksinkertaista ja luonnollista.
- Vuorovaikutuksessa tulee käyttää käyttäjän kieltä.
- Käyttäjän muistin kuormitus tulee minimoida.
- Käyttöliittymän tulee olla yhdenmukainen.
- Järjestelmän tulee antaa käyttäjälle kunnollista palautetta reaaliajassa.
- Ohjelmassa ja sen osissa tulee olla selkeät poistumistiet.
- Oikopolkuja ja tehokasta työskentelyä tulisi tukea.
- Virheilmoitusten tulee olla selkeitä ja ymmärrettäviä.
- Virhetilanteisiin joutumista tulisi välttää.
- Käyttöliittymässä tulee olla kunnolliset avustustoiminnot ja dokumentaatio.

Oleellista tuotteen suunnittelussa on ottaa huomioon, että se antaa käyttäjälleen riittävästi informaatiota oikeaan aikaan, mutta kuitenkin vain sen verran kuin on tarpeellista toiminnon suorittamiseksi. Liika informaatio kuormittaa muistia, vaikeuttaa oppimista, pidentää toiminnon suoritusaikaa ja lisää riskiä ymmärtää asia väärin. Käyttäjän muistia ei tulisi kuormittaa kerralla yli viidellä asialla, sillä ihmisen lyhytkestoisen muistin kapasiteetti on hyvin yksilöllinen. Luonnollista vuorovaikutusta edesauttaa, jos suunnittelussa on pyritty tuomaan käyttöliittymään mukaan arkipäiväisestä elämästä tuttuja konsepteja, hahmolakeja ja värejä. Lisäksi käyttäjäryhmän tunteminen on tärkeää. Siten sovelluksessa voidaan käyttää esimerkiksi tietylle ammattiryhmälle suunniteltaessa ammattisanastoa, jonka kyseessä oleva ryhmä kokee luonnolliseksi. (Kuutti 2003: 50-53.)

Loogisuus auttaa käyttäjää oppimaan. Sovelluksissa tulisi olla samanlainen ulkoasu ja sijoittelu samoille toiminnoille läpi ohjelman, jotta käyttäjä oppisi käytön helpommin. Lisäksi jatkuva ohjeistus ja riittävä palautteen antaminen sovelluksessa edetessä auttavat käyttäjää. Jos käyttäjä syöttää sovellukseen virheellisen arvon, sen tulisi ilmetä heti sujuvan käytön edesauttamiseksi. Näppäilyvirheiden välttämiseksi ohjelma voisi antaa käyttäjälle listan arvoista, joita kyseiseen kohtaan on mahdollista valita. Jos käyttäjä joutuu virhetilanteeseen, tulee virheilmoituksen olla niin helposti ymmärrettävä ja selkeä, että käyttäjä selviää eteenpäin itsenäisesti. Virheilmoituksessa olisi suositeltavaa kertoa, miten tapahtunut virhe voidaan jatkossa välttää. (Kuutti 2003: 55-57, 61-62.)

Poistumistiet sovelluksessa tulisi olla merkitty selkeästi ja poistumisen tai takaisin palaamisen tulisi olla mahdollista. Lisäksi ohjelmassa tulisi olla oikopolkuja mahdollisten eritasoisten käyttäjien varalta. Oikopolkuja voi olla erilaisia. Tärkeintä on, että ne löytyvät nopeasti mahdollistaen ohjelman tehokkaan käytön. (Kuutti 2003: 58-60.)

Ihanteellisinta olisi, että tuotetta pystyisi käyttämään heti opettelematta. Tällöin tuotteen tulisi olla intuitiivinen eli sellainen, joka liittyy käyttäjän aiempaan kokemusmaailmaan, ja on siten tuttu entuudestaan. Selkeä käyttöohje tukee ennestään tuntemattoman laitteen käytön opettelua. Nielsenin mukaan ohjekirjan tulisi olla hyvä hakuteos ongelmatilanteiden varalle, sillä yleensä sitä ei lueta ennen kuin laitteen käytössä törmätään ylitsepääsemättömiin ongelmiin. Tärkeää on, että käyttöohjeella ei korvata laitteen suunnittelussa ilmenneitä ongelmia tai puutteita. (Kuutti 2003: 64-66.)

5.1 Käyttäjätesti

Käyttäjätesti eroaa heuristisesta arvioinnista siten, että siinä tehdään todellisia tehtäviä, joita ei välttämättä heuristisessa arvioinnissa tarvitse tehdä (Kuutti 2003: 48). Ne eivät ole toisiaan poissulkevia tai keskenään kilpailevia arviointimenetelmiä. Käyttämällä molempia rinnakkain voidaan päästä parempaan lopputulokseen, sillä ne paljastavat erityyppisiä käytettävyyso ongelmia. (Kuutti 2003: 69.)

Käyttäjätestissä testaajaryhmään on hyvä valita koehenkilöitä, jotka kuuluvat tuotteen käyttöön suunnattuun kohderyhmään. Koehenkilö suorittaa tuotteella ennalta määrättyjä tehtäviä ja arvioi niiden perusteella käytettävyyso ongelmia ja -puutteita. Käyttäjätesti on hyödyllinen tehdä valmiille tuotteelle varsinkin silloin, kun siitä ollaan suunnittelemassa uutta versiota. (Kuutti 2003: 68.)

Ennen käyttäjätestin toteuttamista on tärkeää tehdä huolellinen valmistelu, suunnitella itse käyttäjätesti ja miettiä, miten testissä kerätty informaatio puretaan tulkittavaan muotoon. Valmisteluvaiheessa valitaan koehenkilöt, suunnitellaan tarkasti mitä eri osalueita tuotteesta testataan ja minkälaiset tehtävät testaavat juuri haluttua asiaa. Tämän jälkeen on suositeltavaa järjestää pilottitesti, jossa myös testitilan toimivuus tulee otettua huomioon (Kuutti 2003: 73). Testin voi suorittaa tutkijaryhmän jäsen. (Kuutti 2003: 70.)

Varsinaisessa testitilanteessa oikeiden koehenkilöiden suorittaessa tehtäviä yksi tärkeimmistä tekijöistä on tilanteen luonnollisuus. Koetilanteen tulisi vastata mahdollisimman hyvin tilannetta ja käyttöympäristöä, jossa käyttäjä normaalisti käyttää tuotetta. Testitilanteen tulisi olla mahdollisimman selkeä koehenkilöille. Käytettävän laitteiston ja tehtävien esittelyn lisäksi koehenkilöitä voidaan tarvittaessa neuvoa vain sovitun suunnitelman mukaan, jotta tulokset pysyvät vertailukelpoisina. Käyttäjätestin jälkeen lisätietoa voidaan kerätä esimerkiksi haastattelemalla koehenkilöitä. (Kuutti 2003: 73-76.)

Kun kaikki tarvittava informaatio on saatu kerättyä, tulee se muuntaa tulkittavaan muotoon. Ensin tieto tulisi järjestää helposti käsiteltäväksi ja valita tiedon käsittelemiseen sopiva tilastollinen menetelmä. Tulosten pohjalta voidaan aloittaa analysointi lait-

teen käytettävyydessä ilmenneistä ongelmista. Usein onnistuneesta käyttäjättestistä nousee esiin enemmän kysymyksiä kuin vastauksia. (Kuutti 2003: 79-80.)

Käyttäjätesteissä on havaittu ongelmia, jotka olisi hyvä ottaa huomioon läpi testin. Yleisin ongelma on jo aiemmin mainittu testitilanteen luonnottomuus. Täysin luonnollisen tilanteen aikaansaaminen on mahdotonta siitäkin syystä, että koehenkilöt tietävät olevansa tarkkailun alaisena. Oikeiden koehenkilöiden valinta saattaa myös tuottaa ongelmia. Tärkeintä on tietää laitteen todelliset loppukäyttäjät, muuten saadut testitulokset voivat olla arvottomia. (Kuutti 2003: 69.)

5.2 Visuaalinen suunnittelu

Visuaalinen suunnittelu on merkittävä osa käytettävyyttä. Sen avainasia on yhdenmukaisuus. Valittua suunnittelun linjaa tulisi käyttää koko tuotteessa eheän kokonaisuuden aikaansaamiseksi. Visuaalisen ulkoasun sommittelussa tulee ottaa huomioon lukemisen luonnollinen etenemissuunta, joka länsimaisilla ihmisillä on vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas. Voimakkailla visuaalisilla ärsykkeillä tätä etenemissuuntaa voidaan ohjata toisenlaiseksi. Etenemissuunnan muuttaminen tulee kuitenkin harkita tarkoin, sillä se voi rasittaa ihmisen havainnoimisprosessia ja hidastaa etenemistä. (Kuutti 2003: 90-91.)

Käyttäjän huomion ohjautumista haluttuun kohtaan voidaan tehostaa eri tavoin. Tekstin lihavoimisella, liikkeellä, käyttöliittymästä poikkeavalla värillä tai riittävällä tyhjän tilan ympäröimällä kohdalla voidaan ilmoittaa esimerkiksi virheellisestä, korjaamista vaativasta syöttestä. Huomiota ei tule yrittää kiinnittää moneen asiaan yhtä aikaa, eikä liian suurella informaation määrällä, jottei käyttäjältä jää huomaamatta mitään oleellista. Miellyttävän käyttöliittymän suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös tasapaino. Mikään käyttöliittymän osa ei saisi tulla esiin muita vahvemmin, jos niin ei ole tarkoitettu. (Kuutti 2003: 92-93, 95, 97.)

Tiedon esittämistapana voidaan käyttää tekstiä ja kuvaa. Kuva on nopeampi tunnistaa, jos se on intuitiivinen eli aiemmasta kokemusmaailmasta tuttu. Teksti puolestaan on yksiselitteisempi ja ymmärrettävämpi. Symbolien merkitykset voivat olla kulttuurisidonnaisia ja näin ollen voivat tarkoittaa hyvin erilaisia asioita eri ihmisille. Olennaista olisi

testata tuotteessa käytettävien symbolien ymmärrettävyys oikealla kohderyhmällä. (Kuutti 2003: 98-99.)

Värien käytöllä tulisi tukea selkeyttä. Kerrallaan käyttöliittymässä käytettävien eri värien määrä tulisi olla enimmillään viisi. Tekstissä kirjainten tulisi erottua mahdollisimman hyvin taustastaan. Useiden tutkimusten mukaan helppolukuisin ja kontrastiltaan paras väriyhdistelmä on musta teksti valkoisella pohjalla. Myös väriin liittyy kulttuurillisia eroja. Eri kulttuureissa sama väri voi tarkoittaa täysin vastakkaista asiaa. Konventiota, eli samantyyppisestä tuotteesta tuttua ja aiemmin opittua, hyödyntämällä voidaan värien avulla lisätä käytön nopeaa oppimista. (Kuutti 2003: 100-101.)

6 Luotettavuus

Mittareiden luotettavuuden arvioimiseen kvantitatiivisissa tutkimuksissa on kehitelty erilaisia tilastollisia menettelytapoja. Luotettavuutta kuvataan reliabiliteetilla ja validiteetilla. Reliabiliteetti vaikuttaa tutkimuksen validiteettiin, mutta on riippumaton validiteetista. (Heikkilä 2004: 185, 187; Hirsjärvi – Remes – Sajavaara 2000: 213.)

Validiudella tarkoitetaan mittarin kykyä mitata juuri sitä, mitä on tarkoituskin mitata. Käyttämällä tutkimuksessa useita eri menetelmiä, helpotetaan validiuden arviointia. Kyselytutkimuksissa validiuden arviointiin vaikuttaa ensisijaisesti kysymysten asettelu. Validiteetti jaetaan ulkoiseen ja sisäiseen validiteettiin. Ulkoinen validiteetti kertoo siitä, kuinka yleistettävä tutkimus on. Ulkoisesti validissa tutkimuksessa tutkimustulokset tulkitaan samalla tavoin riippumatta tutkijasta. Sisäinen validiteetti tarkoittaa mittausten vastaavuutta tutkimuksen teoriassa esitettyihin käsitteisiin nähden. (Heikkilä 2004: 186; Hirsjärvi ym. 2000: 213; Metsämuuronen 2002: 32.)

Tutkimuksessamme olennaisempi luotettavuuden mittari on reliabiliteetti. Reliabiliteetti kertoo tutkimuksen toistettavuudesta. Se on mahdollista todeta usealla eri tavalla. Ulkoinen reliabiliteetti tarkoittaa mittausten toistettavuutta muissa tutkimuksissa ja tilanteissa. Jos samat tulokset ovat mitattavissa useampaan kertaan, tutkimus on sisäisesti reliabeli. (Heikkilä 2004: 187; Hirsjärvi ym. 2000: 213-215; Metsämuuronen 2002: 32.)

6.1 Reliabiliteetin arvioiminen

Toistettavuuden mitta on reliabiliteettikerroin. On olemassa kolme tapaa laskea reliabiliteetti. Reliabiliteettia voidaan arvioida käyttäen samanaikaisesti rinnakkaisia mittareita, jotka ovat keskenään identtiset. Rinnakkaismittareiden käyttöä ei suositella, mikäli mitattava ominaisuus muuttuu oleellisesti mittausten välissä. Toistomittauksessa mittaus toistetaan samalle koehenkilölle samalla mittarilla tietyn ajan kuluttua. Mittauksen ja mittarin ollessa reliabeli, saavat samat koehenkilöt samoja tuloksia samalla mittarilla. Ongelmaksi muodostuu ilmiön mahdollinen muuttuminen mittausten välillä. Jos mittausten välinen aika on pitkä, mittaus ei enää kerro mittarin luotettavuudesta vaan todennäköisemmin ilmiön pysyvyydestä. Yksi tapa mitata reliabiliteettia on jakaa mittari

kahteen osaan. Tällöin on otettava huomioon mittarin paralleelisuus ja osioiden riippuvuus toisistaan. (Metsämuuronen 2002: 40, 47, 49.)

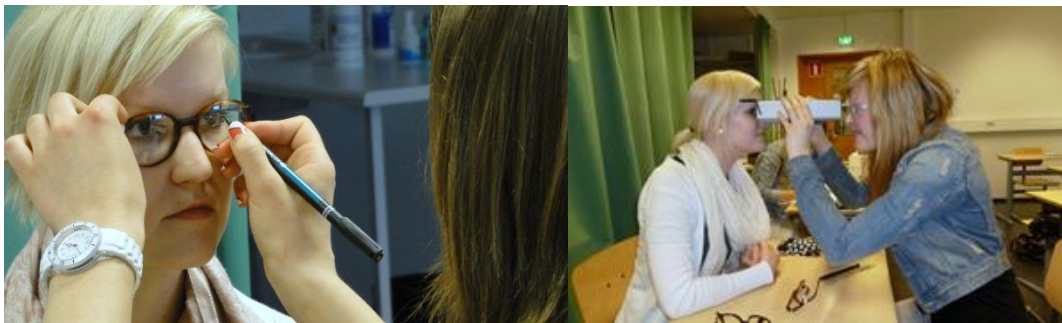
Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttavat mahdolliset virheet aineiston hankinnassa. Tutkimuksemme luonteesta johtuen seuraavat virheet voivat alentaa tutkimuksemme luotettavuutta: mittausvirheet, joita ovat mittausvälineen epätarkkuus, mittaukseen vaikuttavat häiriötekijät, mittausmenetelmän tai mittarin heikkous ja mitattavien käsitteiden hankaluus. Mittaus- ja käsittelyvirheet aiheuttavat satunnaisvirheitä, jotka johtavat yleensä puutteelliseen reliabiliteettiin. Pieni otoskoko voi lisätä tutkimustulosten sattumanvaraisuutta. Otoskoko kasvatamalla saadaan tarkempia tuloksia. (Heikkilä 2004: 185-187.)

7 Tutkimuksen toteutus

7.1 Tutkimustehtävä

Tutkimuksemme on kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus. Tutkimustehtävänämme on selvittää visuReal-videomitoitusjärjestelmän käytettävyyttä ja luotettavuutta. Luotettavuutta arvioimme vertaavan tutkimuksen avulla. Tutkimuksessa käytämme kahta optometrian opinnoissa eri vaiheissa olevaa opiskelijaryhmää. Opiskelijaryhmistä muodostetaan kaksi mittaajaryhmää.

Molemmat mittaajaryhmät mitoittavat progressiivisten linssien keskiöinnissä tarvittavat mitat samoille koehenkilöille visuReal-videomitoitusjärjestelmän lisäksi perinteisillä PD-mitta ja pupillometri -menetelmillä (Kuvio 7). PD-mitta -menetelmässä keskiövälän ja rajankorkeuden mittaamisen apuna käytetään ainoastaan PD-mittaa ja tussia. Pupillometri-menetelmässä koehenkilön PD mitataan ensin pupillometrillä. Sen lisäksi rajankorkeuden mittaamisen apuna voidaan käyttää PD-mittaa ja tussia.



Kuvio 7. Mitoitus PD-mitta -menetelmällä ja pupillometri-menetelmällä.

Vertaamme kaikkien kolmen eri mitoitusmenetelmän antamia tuloksia ja mittausten välistä hajontaa. Lisäksi visuReal-videomitoitusjärjestelmällä saatuja tuloksia vertaamme kahden eri mittaajaryhmän kesken. Laitteen käytettävyyttä arvioimme käyttäjätietin ja omien käyttökokemustemme perusteella.

Ennako-oletuksemme on, että visuReal-videomitoitusjärjestelmällä saadaan mitattua tarkempia mittaustuloksia ja että sen mittaustuloksissa on vähemmän hajontaa verrattuna muihin mitoitusmenetelmiin. Oletamme myös, että visuReal-videomitoitusjärjestelmän käyttöön ja tarkkojen mittaustulosten saamiseen ei vaikuta

käyttäjän kokemus ja tieto-taito optisesta alasta. Analysoimme mittaustulokset ja käyttäjätettiin laatimamme kyselylomakkeiden vastaukset SPSS-ohjelman avulla.

7.2 Opinnäytetyön eteneminen

Ajatus opinnäytetyöstämme syntyi syksyllä 2010, jolloin ryhdyimme kehittämään ideamme eteenpäin. Halusimme tehdä työn, jossa vertailemme videomitoitusjärjestelmää muihin mitoitukseenmenetelmiin.

Opettajamme ja opinnäytetyönohjaajamme Juha Päällysaho neuvoi ottamaan yhteyttä Hoya Lens Finland Oy:n Petri Eskolaan. Juha Päällysaho kertoi, että Hoyalla on visu-Real-videomitoitusjärjestelmä, josta ei vielä ole tehty vastaavanlaista tutkimusta. Otimme keväällä 2011 yhteyttä Petri Eskolaan ja hän innostui ideastamme. Sovimme tapaamisen Petri Eskolan sekä opinnäytetyöohjaajiemme Juha Päällysahon ja Juha Havukummun kanssa. Tapaamisen myötä aihe jäsenyi ja tutkimustehtävämme selkiytyi. Työllämme on yhteys työelämään ja sen tekemisestä on hyötyä meille ja toimeksiantajallemme.

Sovimme tarkemmasta aikataulusta Petri Eskolan kanssa ja hän toimitti visuReal-videomitoitusjärjestelmän koulullemme toukokuun 2011 ajaksi. Tämän aikataulun mukaan järjestimme kolme mittauspäivää, joiden aikana mittaukset suoritettiin. Koehenkilöt ja mittaajat hankimme edellä mainituista opiskelijaryhmistä ja tuttavapiiristämme.

Ennen mittauspäiviä tutustuimme kirjallisuuteen, jonka pohjalta teimme mittaajille kyselylomakkeen visuReal-videomitoitusjärjestelmän käytettävyydestä. Omia käyttökokemuksia laitteesta hankimme toukokuun aikana tutustumalla laitteen eri toimintoihin käyttöoppaan avulla.

Saimme toukokuussa 2011 mittaustulokset ja kyselylomakkeiden aineistot kerättyä. Sen jälkeen aloitimme kokoamalla teoriaosuuden rungon ja jatkoimme teorian kirjoittamisella. Syksyllä 2011 analysoimme mittaustulokset ja kyselylomakkeiden vastaukset SPSS-ohjelman avulla.

7.3 Tutkimusjoukon valinta ja mittausten toteuttaminen

Tavoitteenamme oli saada mittausten kohteeksi kolme koehenkilöä, jotta saisimme riittävästi mittaustuloksia. Koehenkilöiltä ei vaadittu optisen alan osaamista. Myöskään koehenkilön silmälasikorjauksella ei ollut merkitystä, koska tarkoituksenamme ei ole arvioida refraktiovirheen vaikutusta mittaustuloksiin. Tärkeintä oli saada hankittua koehenkilöt, jotka pääsisivät paikalle kaikkina mittauspäivinä. Koehenkilöt hankimme omasta tuttavapiiristämme.

Kaikille koehenkilöille valittiin erilaiset kehykset, joihin mitoitukset tehtiin. Koehenkilölle 1 valittiin pyöreä muovikehys, koehenkilölle 2 nylor-kehys ja koehenkilölle 3 pilottimallinen kehys (Kuvio 8).



Kuvio 8. Koehenkilöille valitut kehykset. Ylhäällä koehenkilön 3 kehys, keskellä koehenkilön 1 kehys ja alhaalla koehenkilön 2 kehys.

Jotta käyttäjätesti olisi tarkoituksenmukainen, mittaajien tuli olla laitteen käyttöön suunnatusta kohderyhmästä. Mittaajaryhmien tuli koostua opiskelijoista, joilla on kokemusta progressiivisten linssien mitoituksesta sekä opiskelijoista, joilla ei vielä ole kokemusta aiheesta. Saimme koulultamme kahdesta opiskelijaryhmästä yhteensä 18 opiskelijaa suorittamaan mittauksia. Kokosimme ryhmän 1 lähes kaksi vuotta optometriaa opiskelleista opiskelijoista kurssilta SO09S1. Tähän ryhmään saimme mukaan yh-

deksän opiskelijaa. Ryhmä 2 koostui yhdeksästä alle puoli vuotta optometriaa opiskelleesta henkilöstä kurssilta SO11K1.

Mittaukset suoritettiin kolmella mittauskerralla toukokuussa 2011 ammattikorkeakoulu Metropolian näöntarkastusluokassa. Mittauksia varten yhteistyökumppanimme Hoya toimitti visuReal-videomitoitusjärjestelmän koulullemme. Luokassa oli riittävästi tilaa visuReal-videomitoitusjärjestelmän optimaaliselle mittausetäisyydelle, joka on 3,5 metriä. Valaistus laitteen käyttöön oli riittävä (Kuvio 9). Lisäksi luokassa oli kahdelle muulle mittauspisteelle tarvittavat tilat. Lainasimme koulultamme välineet, joita tarvitsimme mittausten suorittamiseen. Käytössämme oli Essilorin Digital CRP -pupillometri sekä Hoyan mitoitustussi ja PD-mitta. Mittauksia varten tehtävät järjestelyt sujuivat nopeasti ja helposti.



Kuvio 9. VisuReal-videomitoitusjärjestelmä asetettuna näöntarkastusluokkaan.

Ennen mittauksia taivuttelimme kehykset koehenkilöille sopiviksi, jotta ne istuisivat samalla tavalla jokaisella mittauskerralla. Ennen mittausten aloittamista kerroimme mittaajille lyhyesti, miten mittaukset tulisi suorittaa ja esittelimme visuReal-videomitoitusjärjestelmällä tehtävän mitoittamisen (Kuvio 10). Lisäksi olimme tehneet mittaajille kirjallisen ohjeen järjestelmän käytöstä Petri Eskolalta ja Aarno Turpeiselta saamamme opastuksen pohjalta (Liite 1).



Kuvio 10. VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitoittaminen.

Mittaajat ja koehenkilöt jaettiin mittauspisteille siten, ettei sama mittaaja mittaa samalta koehenkilöltä kaikilla mitoitustavoilla peräkkäin. Tällä halusimme välttää sen, ettei mittaaja muista saamiaan tuloksia. Kirjasimme jokaiselta mittauspisteeltä saadut tulokset Excel -taulukkoon. Mitoituksia tehtiin yhteensä 162, joista saatiin 864 mittausarvoa. Arvot ovat keskiöväli, oikean ja vasemman silmän keskiöväli ja rajankorkeus sekä visuReal-videomitoitusjärjestelmällä myös kaltevuuskulma. Mittausten jälkeen pyysimme mittaajia täyttämään kyselylomakkeen. Kaikki 18 mittaajaa täyttivät lomakkeen.

7.4 Kyselylomake

Laadimme kyselylomakkeen mittaukset suorittaneille henkilöille selvittääksemme ja arvioidaksemme visuReal-videomitoitusjärjestelmän käytettävyyttä. Kysymyksillä pyrimme selvittämään laitteen käytön helppoutta ja loogisuutta, sekä sitä, kuinka tärkeäksi ja hyödylliseksi käyttäjät kokevat laitteen. Lomakkeen kysymysten suunnittelun lähtökohtana on Likert-asteikko, jolla on tarkoitus mitata sisäistä subjektiivista tunteista, kuten tyytyväisyyttä. Likert-asteikon tunnusmerkkeihin kuuluu vastausvaihtoehtojen asettaminen ”täysin samaa mieltä” – ”täysin eri mieltä” -asteikolle, jossa vastausvaihtoehtoja voidaan asettaa akselille haluttu määrä. Käytämme kyselylomakkeessa klassisinta viisiportaista Likert-asteikkoa, jolla mitataan usein asennetehtäviä. (Metsämuuronen 2002: 17.)

Vastausvaihtoehdot esittämiimme väittämiin ovat: 1 täysin samaa mieltä, 2 jokseenkin samaa mieltä, 3 en osaa sanoa, 4 jokseenkin eri mieltä ja 5 täysin eri mieltä. Kysymme kyselylomakkeessa lisäksi kumpaan mittaajaryhmään vastaaja kuuluu, paljonko hänellä on työkokemusta optiselta alalta sekä onko hän käyttänyt aiemmin visuReal- tai vastaavaa videomitoitusjärjestelmää. Lomakkeen lopussa on avointa vastaustilaa, johon saa laajemmin kommentoida havaitsemiaan hyviä ja huonoja puolia visuReal-videomitoitusjärjestelmän käytöstä. Lomakkeessa on yhteensä 12 kysymystä, joista kolme on avoimia kysymyksiä (Liite 2). Analysoimme kyselylomakkeen vastaukset SPSS-ohjelmalla. (Metsämuuronen 2002: 17.)

7.5 Tutkimusjoukon kuvaus

Tutkimusjoukko koostui 18 mittaajasta, jotka ovat Metropolia ammattikorkeakoulun optometrian opiskelijoita. Kurssin SO09S1 opiskelijoista yhdellä oli työkokemusta optiselta alalta alle kuusi kuukautta, kolmella 7-12 kuukautta ja viidellä yli 12 kuukautta. Kurssin SO11K1 opiskelijoista kahdeksalla ei ollut lainkaan työkokemusta optiselta alalta ja yhdellä oli alle kuusi kuukautta.

8 Tutkimustulokset

Tutkimukseen osallistuneet mittasivat seuraavat mitoituspparametrit kolmelta koehenkilöltä: keskiöväli, oikean ja vasemman silmän keskiöväli ja rajankorkeus sekä kaltevuuskulma. Keskiöväli ja rajankorkeus ohjeistettiin mittaamaan pupillin keskikohdasta. Kaltevuuskulma mitattiin ainoastaan visuReal-videomitoitusjärjestelmällä. Vertailtavat mitoitusmenetelmät ovat videomitoitusjärjestelmän lisäksi pupillometri-menetelmä sekä PD-mitta -menetelmä.

8.1 Mitoitusmenetelmiä vertailevan tutkimuksen tulokset

Vertailemme eri mittaustavoilla saatujen tulosten luotettavuutta SPSS-ohjelman T-testin avulla. T-testillä verrataan kahden toisistaan riippumattoman ryhmän keskiarvoja. T-testi antaa merkitsevyysarvon, joka kertoo onko tulos tilastollisesti merkitsevä. Merkitsevyystasosta käytetään lyhennettä p (probability). Merkitsevyystasona käytämme yhtä yleisesti käytettyä arvoa 0,05. Arvot, jotka ovat pienempiä kuin tämä merkitsevyystaso, ovat tilastollisesti merkitseviä. (Heikkilä 2004: 194-195, 230.)

Vähiten tilastollisesti merkitseviä eroja mittaustulosten välillä on vertailtaessa PD-mitta -menetelmää pupillometri-menetelmään (Liite 3 ja 4). Koehenkilön 1 kohdalla tilastollisesti merkitsevät erot tulevat keskiövälin ($p=0,004$) ja vasemman silmän keskiövälin ($p=0,000$) mittaamisessa. Koehenkilön 2 kohdalla tilastollisesti merkitsevä ero ilmenee vasemman silmän keskiövälin arvoissa ($p=0,001$). Koehenkilön 3 tuloksia verrattaessa ei saada tilastollisesti merkitseviä eroja. Keskiövälin tuloksissa ero on tilastollisesti melkein merkitsevä ($p=0,059$).

PD-mitta -menetelmän ja visuReal-videomitoitusjärjestelmän tuloksia (Liite 5) vertailtaessa koehenkilön 1 kohdalla tilastollisesti merkitseviä eroja saadaan keskiövälin ($p=0,000$) ja oikean silmän keskiövälin ($p=0,001$) vertailussa. Myös oikean ja vasemman silmän rajankorkeuden vertailussa saadaan tilastollisesti merkitseviä eroja ($p=0,003$ ja $p=0,000$).

Koehenkilön 2 tilastollisesti merkitsevät erot saadaan keskiövälissä ($p=0,011$), oikean silmän rajankorkeudessa ($p=0,001$) ja vasemman silmän rajankorkeudessa ($p=0,000$).

Tilastollisesti melkein merkitsevä ero saadaan oikean silmän keskiövälin tuloksia verrattaessa ($p=0,080$).

Koehenkilön 3 keskiövälin tuloksissa ilmenee tilastollisesti merkitsevä ero ($p=0,001$). Myös vasemman silmän keskiövälin ja oikean silmän rajankorkeuden tuloksia verrattaessa saadaan tilastollisesti merkitsevä ero ($p=0,000$). Vasemman silmän rajankorkeuden tuloksissa ero on tilastollisesti melkein merkitsevä ($p=0,069$).

Verrattaessa pupillometri-menetelmää ja visuReal-videomitoitusjärjestelmää saadaan eniten tilastollisesti merkitseviä arvoja. Koehenkilön 1 kohdalla kaikkien mitoitusp-parametrien tulokset tuottavat tilastollisesti merkitsevän eron. Keskiövälin tuloksia verrattaessa ero on tilastollisesti merkitsevä ($p=0,026$). Oikean ja vasemman silmän keskiövälin tuloksia verrattaessa ero on tilastollisesti merkitsevä ($p=0,000$). Myös oikean ja vasemman silmän rajankorkeustuloksia verrattaessa ilmenee tilastollisesti merkitsevä ero ($p=0,004$ ja $p=0,002$).

Koehenkilön 2 tuloksissa tilastollisesti merkitsevä ero saadaan oikean ja vasemman silmän keskiövälituloksissa ($p=0,000$). Myös oikean ja vasemman silmän rajankorkeuden tuloksissa ilmenee tilastollisesti merkitsevä ero ($p=0,001$ ja $p=0,000$).

Koehenkilön 3 kohdalla kaikkien mitoitusp-parametrien tulokset tuottavat tilastollisesti merkitsevän eron. Keskiövälin sekä oikean ja vasemman silmän keskiövälin tuloksissa on tilastollisesti merkitsevä ero ($p=0,005$, $p=0,021$ ja $p=0,000$). Oikean ja vasemman silmän rajankorkeuden tuloksia verrattaessa ilmenee myös tilastollisesti merkitsevä ero ($p=0,000$ ja $p=0,044$).

Mittaustulosten tarkat keskiarvo- ja keskihajontaluvut on koottu taulukoihin (Taulukko 1, 2 ja 3). Taulukoista ilmenee myös missä mitoitusp-parametriarvoissa saadaan tilastollisesti merkitseviä eroja.

Taulukko 1. Koehenkilön 1 mitoituspparametrien keskiarvot ja keskihajonnat.

	PD-mitta -menetelmä ka/st.deviation	Pupillometri-menetelmä ka/st. deviation	VisuReal-videomitoitusjärjestelmä ka/st. deviation
keskiöväli *****	58,194/1,1522	59,111/0,3660	59,439/0,4717
oikean silmän keskiöväli ****	29,333/0,8402	29,083/0,3930	30,339/0,8486
vasemman silmän keskiöväli ****	28,861/0,7237	30,028/0,3627	29,111/0,7745
oikean silmän rajankorkeus ****	24,194/1,1649	24,222/1,1909	25,328/0,9731
vasemman silmän rajankorkeus ****	23,583/1,2277	23,917/1,0880	25,089/1,0220
** Merkitsevä ero			ka = keskiarvo
* Melkein merkitsevä			st. deviation = keskihajonta
* ero pd-mitta ja pupillometri -menetelmien välillä			
* ero pd-mitta -menetelmän ja visuReal-videomitoitusjärjestelmän välillä			
* ero pupillometri-menetelmän ja visuReal-videomitoitusjärjestelmän välillä			

Taulukko 2. Koehenkilön 2 mitoituspparametrien keskiarvot ja keskihajonnat.

	PD-mitta -menetelmä ka/st. deviation	Pupillometri-menetelmä ka/st. deviation	Visureal-videomitoitusjärjestelmä ka/st. deviation
keskiöväli **	60,250/0,9587	60,694/0,3888	60,944/0,4926
oikean silmän keskiöväli ***	30,556/0,9984	30,139/0,5370	31,022/0,4166
vasemman silmän keskiöväli ****	29,694/0,8768	30,556/0,4501	29,894/0,4452
oikean silmän rajankorkeus ****	15,389/1,3011	15,278/1,5361	16,800/0,9810
vasemman silmän rajankorkeus ****	15,417/1,1913	15,333/1,5049	17,289/0,9821
** Merkitsevä ero			ka = keskiarvo
* Melkein merkitsevä ero			st. deviation = keskihajonta
* ero PD-mitta ja pupillometri-menetelmien välillä			
* ero PD-mitta -menetelmän ja visuReal-videomitoitusjärjestelmän välillä			
* ero pupillometri-menetelmän ja visuReal-videomitoitusjärjestelmän välillä			

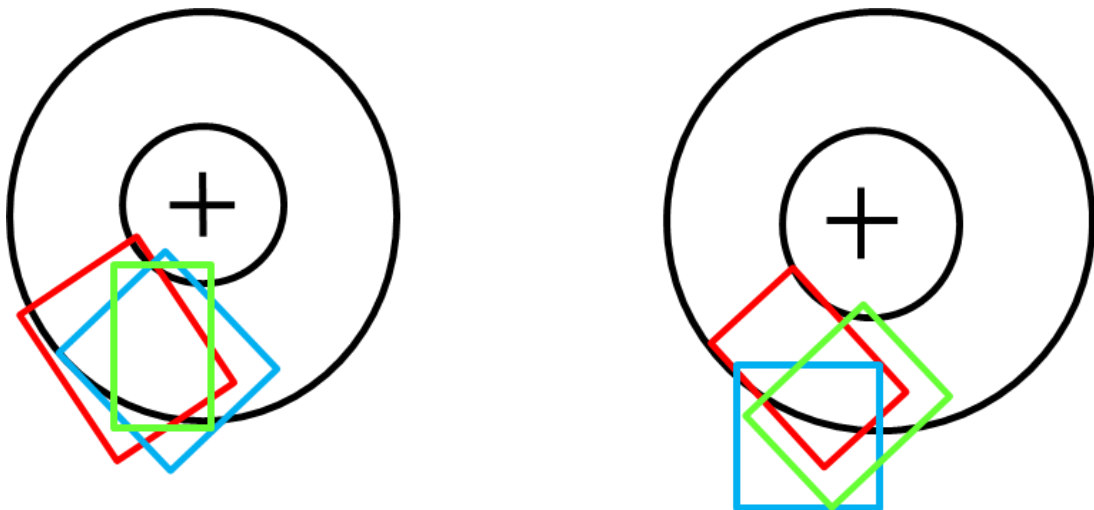
Taulukko 3. Koehenkilön 3 mitoituspparametrien keskiarvot ja keskihajonnat.

	PD-mitta -menetelmä ka/st. deviation	Pupillometri-menetelmä ka/st. deviation	VisuReal-videomitoitusjärjestelmä ka/st. deviation
keskiöväli *****	59,806/0,9570	60,306/0,4893	60,793/0,3648
oikean silmän keskiöväli **	30,056/0,8205	30,278/0,4609	29,967/0,2931
vasemman silmän keskiöväli ****	29,833/0,8044	30,028/0,5278	30,739/0,3146
oikean silmän rajankorkeus ****	24,833/1,2127	24,889/1,0649	26,711/1,0693
vasemman silmän rajankorkeus ***	24,194/1,2264	24,111/1,2194	24,933/1,1329
** Merkitsevä ero			ka = keskiarvo
* Melkein merkitsevä			st. deviation = keskihajonta
* ero pd-mitta ja pupillometri -menetelmien välillä			
* ero pd-mitta -menetelmän ja visuReal-videomitoitusjärjestelmän välillä			
* ero pupillometri-menetelmän ja visuReal-videomitoitusjärjestelmän välillä			

PD-mitta -menetelmän ja pupillometri-menetelmän vertailussa arvoissa, joissa ilmenee tilastollisesti merkitsevä ero, havaitaan suurempaa keskihajontaa PD-mitta -

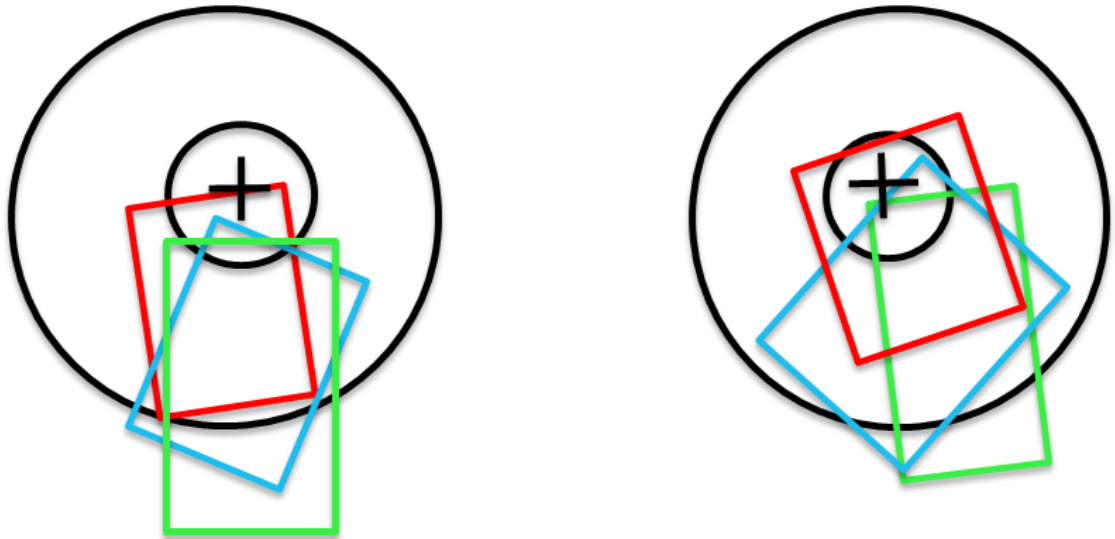
menetelmällä mitattaessa. Tilastollisesti merkitsevissä ja melkein merkitsevissä tuloksissa esiintyy enemmän hajontaa PD-mitta -menetelmällä kuin visuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitattaessa. Ainoastaan koehenkilön 1 oikean silmän keskiövälin keskihajonta on suurempi videomitoitusjärjestelmän tuloksissa. Keskihajontojen välinen ero on kuitenkin hyvin pieni. Tilastollisesti merkitsevissä tuloksissa esiintyvä keskihajonta on useimmissa arvoissa suurempi pupillometri-menetelmällä kuin visuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitattaessa. Kuitenkin neljässä mitoituspiste tuloksissa suuremman keskihajonnan antaa visuReal-videomitoitusjärjestelmä. Näitä tuloksia ovat koehenkilön 1 keskiöväli ja oikean ja vasemman silmän keskiöväli sekä koehenkilön 3 oikean silmän rajankorkeus.

Seuraavissa kuvissa on esitettyä mitoituspisteiden keskihajonta eri mitoitusten menetelmillä (Kuvio 11, 12 ja 13). Punainen väri kuvaa visuReal-videomitoitusjärjestelmällä tehtyjä mitoituksia. Sinisellä värillä on merkitty PD-mitta -menetelmällä tehdyt mitoitukset ja vihreällä värillä pupillometri-menetelmällä tehdyt mitoitukset. Mitoituspisteiden keskihajontaa kuvaavien suorakulmioiden leveys ja asento kuvaavat keskihajontojen suuruutta ja suuntaa. Ulompi musta rengas kuvaa värikalvon ulkoreunaa ja sisempi rengas pupillin ulkoreunaa. Pupillin keskikohta on merkitty mustalla ristillä.



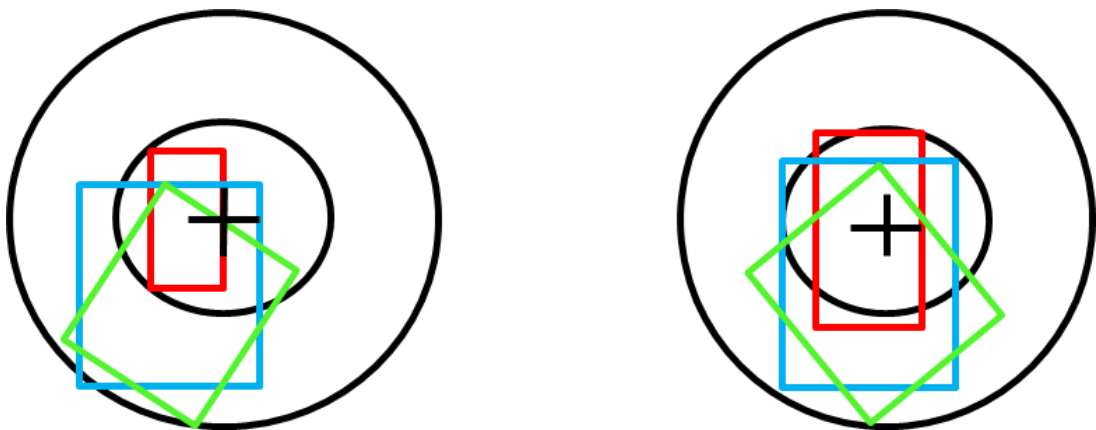
Koehenkilö 1

Kuvio 11. Koehenkilön 1 mitoituspisteiden hajonta.



Koehenkilö 2

Kuvio 12. Koehenkilön 2 mitoituspisteiden hajonta.



Koehenkilö 3

Kuvio 13. Koehenkilön 3 mitoituspisteiden hajonta.

8.2 Ryhmien välisen vertailun tulokset

Tutkimuksessa vertaamme visuReal-videomitoitusjärjestelmällä saatuja tuloksia kahden eri ryhmän välillä. Ryhmien välisen vertailun suoritamme T-testillä. Merkitsevyystasona käytämme arvoa 0,05. Lisäksi esittelemme tilastollisesti merkitsevien tulosten keskihajonnat ja keskiarvot.

Vertailussa tilastollisesti merkitsevä ero saadaan koehenkilön 2 oikean silmän rajankorkeuden tuloksista ($p=0,025$). Myös koehenkilön 3 vasemman silmän rajankorkeuden tuloksissa on tilastollisesti merkitsevä ero ($p=0,047$). Koehenkilön 1 tuloksissa ei ilmene tilastollisesti merkitseviä eroja.

Koehenkilön 2 oikean silmän rajankorkeustulosten keskihajonnaksi ryhmän 1 mittauksissa saadaan 1,0488 ja ryhmä 2 mittauksissa 0,6185. Koehenkilön 3 vasemman silmän rajankorkeustulosten keskihajonnaksi ryhmän 1 mittauksissa saadaan 0,8283 ja ryhmän 2 mittauksissa 1,1949.

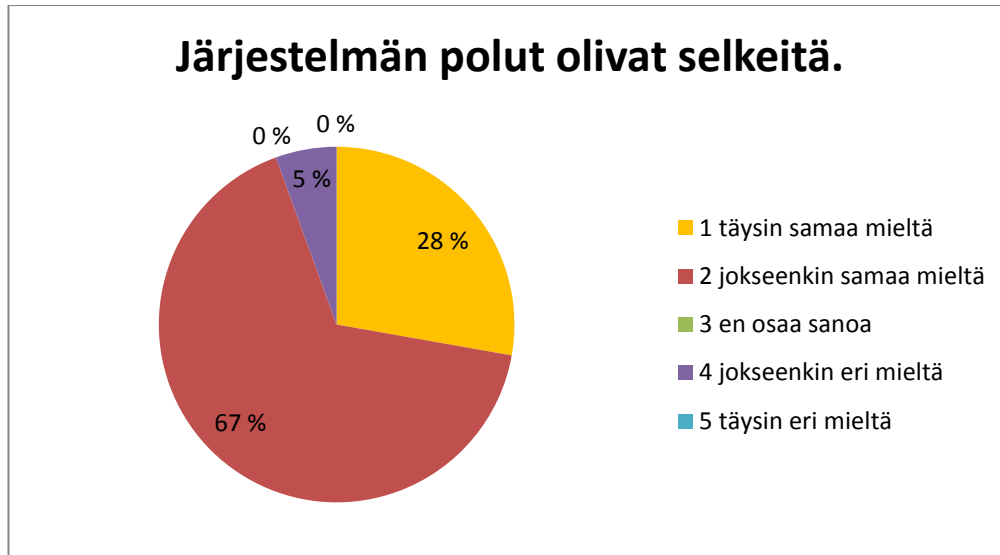
Koehenkilön 2 oikean silmän rajankorkeudentulosten keskiarvoksi ryhmän 1 mittauksissa saadaan 17,30mm ja ryhmän 2 mittauksissa 16,30mm. Koehenkilön 3 vasemman silmän rajankorkeudentulosten keskiarvoksi ryhmän 1 mittauksissa saadaan 24,411mm ja ryhmän 2 mittauksissa 25,456mm.

8.3 Kyselylomakkeen tulokset

Laskimme SPSS-ohjelman avulla vastausten (Liite 6) keskiarvot kaikkien vastaajien kesken. Vertasimme vastauksia myös T-testillä opiskelijaryhmän ja työkokemuksen perusteella jaettujen ryhmien kesken. Vertailtavat opiskelijaryhmät ovat kurssit SO09S1 ja SO11K1. Työkokemuksen perusteella verrattaessa jaoimme ryhmät alle ja yli kuusi kuukautta optisella alalla työskennelleisiin. Vertaavassa tutkimuksessa ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja eri ryhmien välillä, minkä vuoksi emme analysoi sen tuloksia tarkemmin. Merkitsevyystasona käytämme arvoa 0,05 (Heikkilä 2004: 194).

Kyselylomakkeeseen vastanneista yksikään ei ole aiemmin käyttänyt visuReal-videomitoitusjärjestelmää. Ainoastaan yksi vastaaja on käyttänyt eri valmistajan vastaavanlaista järjestelmää.

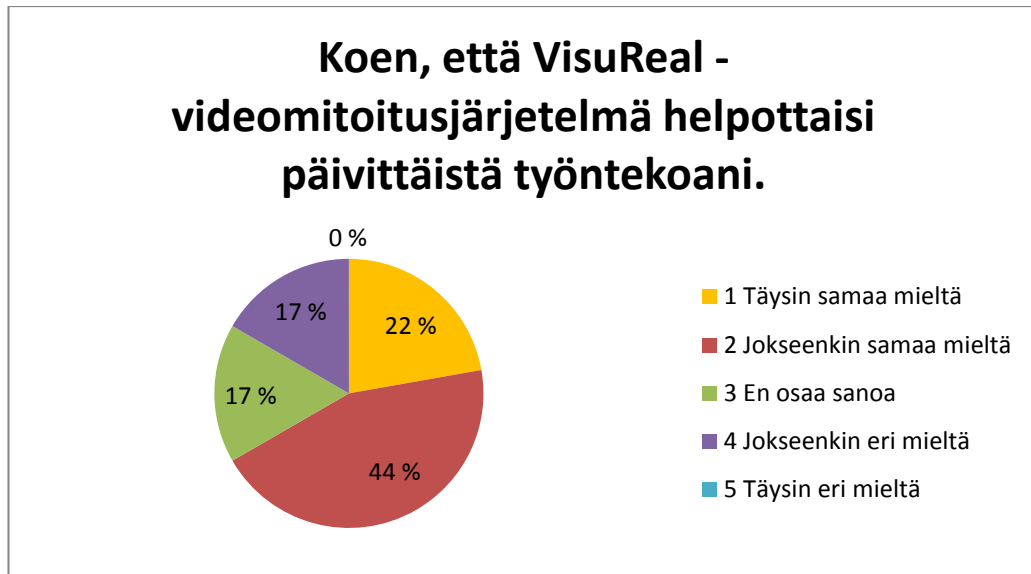
Vastanneista kaikki ovat täysin tai jokseenkin samaa mieltä siitä, että visuReal-videomitoitusjärjestelmän käyttö on helppoa. Vastausten keskiarvoksi saadaan 1,56. Väittämien ”järjestelmän polut olivat selkeitä” (Kuvio 14) ja ”järjestelmän kieli oli helposti ymmärrettävää” vastausten keskiarvot osoittavat, että vastaajat ovat jokseenkin samaa mieltä väittämistä. Keskiarvot näihin väittämiin ovat 1,83 ja 1,78.



Kuvio 14. Väittämän vastausten jakauma.

Kysyimme antoiko järjestelmä riittävästi ohjeita virhetilanteissa. Vastausten keskiarvon 2,72 mukaan vastaajien on vaikea ottaa kantaa tähän väittämään.

VisuReal-videomitoitusjärjestelmän koetaan mahdollisesti helpottavan päivittäistä työntekoa, sillä väittämän vastausten keskiarvoksi saadaan 2,28 (Kuvio 15). Tämän väittämän vastauksissa esiintyy eniten hajontaa.



Kuvio 15. Väittämän vastausten jakauma.

Väittämän "tekisin mitoitukset mieluummin perinteisellä tavalla (tussi & PD-mittaus)" keskiarvoksi tulee 3,53. Tämän väittämän vastauksissa ilmenee toiseksi eniten hajontaa. Yksi vastaaja ei vastannut tähän kysymykseen.

Vastaajista suurin osa uskoo, että visuReal-videomitoitusjärjestelmä luo asiakkaalle mielikuvan korkeasta laadusta ja osaamisesta. Tämän väittämän keskiarvo on 1,41 ja hajonta vastausten välillä on pienin. Yksi vastaaja ei vastannut tähän kysymykseen.

9 Analysointi

9.1 Luotettavuus

Analysoimme tuloksia, joissa on tilastollisesti merkitsevä ero. Mittaustuloksiin vaikuttavia tekijöitä on useita.

Mittaustilanteessa koehenkilön vartalon ja pään asennolla sekä mittaajan sijoittumisella on suuri merkitys mittaustulokseen. Koehenkilön asennon tulee olla mahdollisimman luonnollinen, jotta mitoitettavat parametrit mitataan kohdalleen niin, että mitoitettavat linssit toimivat käytössä. Kuviossa 16 koehenkilön asento ei ole luonnollinen. Tämä saattaa aiheuttaa rajankorkeuden mittaamisen liian alas. Mittaustarkkuuteen vaikuttaa koehenkilön asennon stabiilius. Mittaajan sijoittuminen eri korkeudelle koehenkilön silmiin nähden saattaa aiheuttaa mittausrvirheitä. Mittaajan tulee olla myös sivusuunnassa koehenkilön kanssa samalla kohdalla.



Kuvio 16. Koehenkilön epäluonnollinen asento.

Kehyksen istuvuus koehenkilön kasvoilla on merkittävä tekijä mitoituksen onnistumisen kannalta. Kehyksen tulee olla suorassa ja oikealla korkeudella koehenkilön kasvoihin nähden. Kehyksen muoto ja demolinssien mahdollinen heijastelu voivat vaikeuttaa mittauksen suorittamista.

VisuReal-videomitoitusjärjestelmä laskee rajankorkeuden boxing-menetelmän mukaisesti kehyksen alimmasta kohdasta. Järjestelmä laskee rajankorkeuden yhden millimetrin pupillin keskikohtaan alapuolelle. Tämä on järjestelmän oletusasetus, jota voidaan muuttaa. Tutkimuksessamme oletusarvo muutettiin niin, että järjestelmä laskee rajankorkeuden pupillin keskikohtaan.

VisuReal-videomitoitusjärjestelmä laskee mitoitusparametrit kehykseen asetettavan mitoitustyökalun kalibroitimerkkien mukaan. Mitoitustyökalu tulisi kiinnittää kehykseen siten, että mitoitustyökalun keskimäinen kalibroitimerkki on tarkasti kehyksen nenäsillan keskellä. Jos mitoitustyökalua ei aseteta oikein, saadaan virheellisiä oikean ja vasemman silmän keskiöväliarvoja.

Rajankorkeuteen vaikuttaa kaltevuuskulma. Mittaajan tulee tarkkailla koehenkilön asentoa, jotta kaltevuuskulma ei ole liian pieni tai suuri. Tutkimuksessamme kaltevuuskulma mitattiin ainoastaan visuReal-videomitoitusjärjestelmällä. Koska sitä ei mitattu muilla mitoitusmenetelmillä, emme ota huomioon sen vaikutusta tuloksiin.

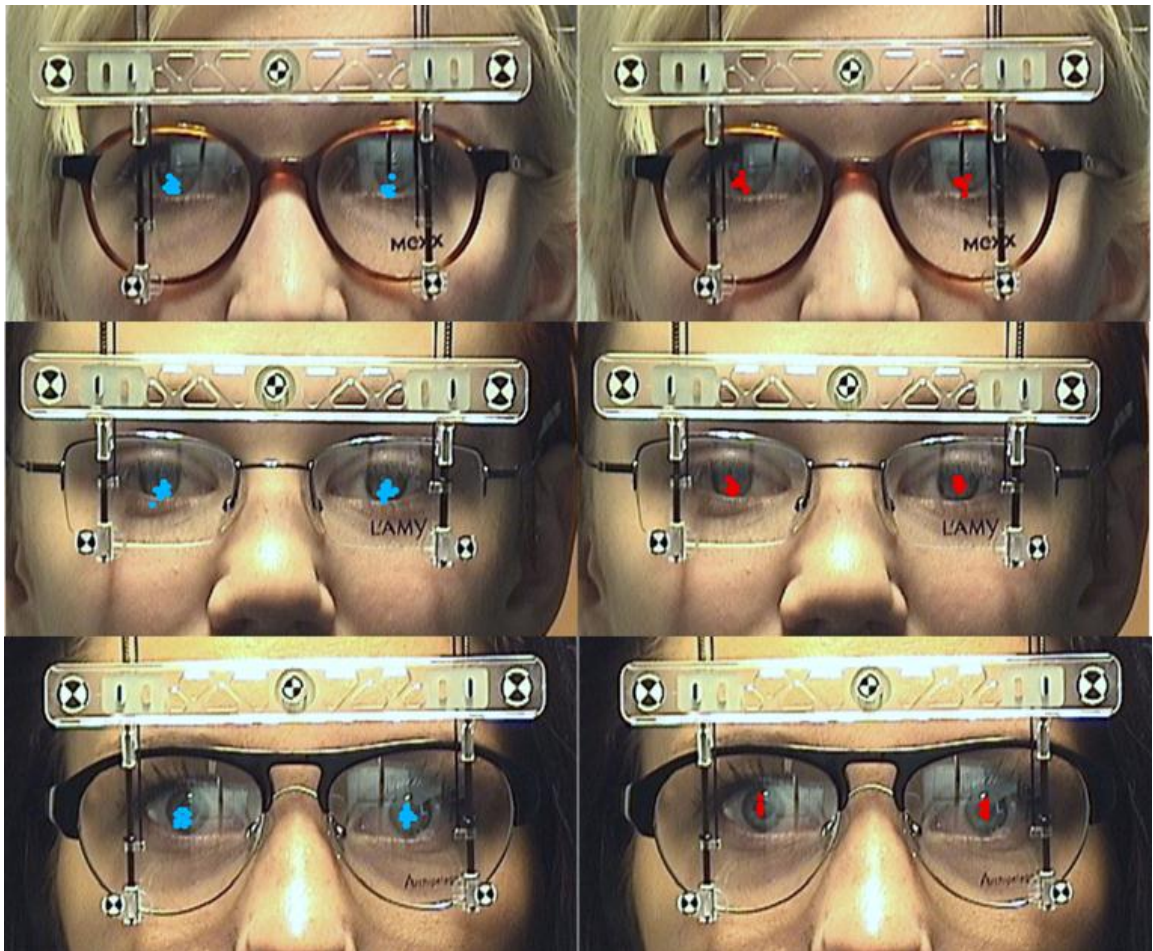
9.1.1 PD-mitta -menetelmä vs. visuReal-videomitoitusjärjestelmä

Verrattaessa PD-mitta -menetelmän ja visuReal-videomitoitusjärjestelmän tuloksia voidaan todeta, että niiden mittaustarkkuudessa on huomattava ero. Kaikkien kolmen koehenkilön kohdalla keskiövälituloksissa on tilastollisesti merkitsevä ero. PD-mitta -menetelmällä mitoitettujen keskiöväliarvojen arvot ovat keskimääräisesti pienempiä kuin visuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitatut arvot. Niiden tuloksissa ilmenee myös yli kaksinkertainen hajonta visuReal-videomitoitusjärjestelmän tuloksiin nähden. Myös koehenkilön 1 oikean silmän ja koehenkilön 3 vasemman silmän keskiövälituloksissa PD-mitta -menetelmällä mitattu keskimääräinen arvo on pienempi kuin visuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitattu arvo. Oikean silmän keskiövälitulosten hajonnat ovat lähes yhtä suuret mittausmenetelmästä riippumatta. VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä hajonta on hieman suurempi. Vasemman silmän keskiövälitulosten hajonta on yli kaksinkertainen PD-mitta -menetelmällä verrattuna visuReal-videomitoitusjärjestelmään.

VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitattaessa koehenkilö kohdistaa katseensa 3,5 metrin päähän. Perinteisellä PD-mitta -menetelmällä mitattaessa koehenkilön katse kohdistuu yleensä mittaajaan, joka on alle metrin etäisyydellä koehenkilöstä. Tällöin koehenkilö konvergoi, jolloin silmät kääntyvät sisäänpäin. Tämä aiheuttaa pienempiä keskiöväliarvoja PD-mitta -menetelmällä mitattaessa.

Kaikkien kolmen koehenkilön kohdalla oikean silmän keskimääräinen rajankorkeus on visuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitattaessa suurempi. Koehenkilöiden 1, 2 ja 3 vasemman silmän kohdalla rajankorkeus mitataan keskimäärin suuremmaksi visuReal-videomitoitusjärjestelmällä. Tämän ero PD-mitta -menetelmään verrattuna on tilastollisesti melkein merkitsevä. Rajankorkeuden tuloksissa suurempi hajonta saadaan PD-mitta -menetelmällä mitattaessa.

PD-mitta -menetelmällä saadut suuremmat hajontaluvut saattavat johtua siitä, että mittaajan on hankala arvioida sijoittumistaan samalle korkeudelle koehenkilön kanssa (Kuvio 17). VisuReal-videomitoitusjärjestelmää käytettäessä mittaajan ei tarvitse huolehtia omasta sijoittumisestaan.



Kuvio 17. Havainnollistus PD-mitta -menetelmän tulosten hajonnasta sinisellä ja visuReal-videomitoitusjärjestelmän tulosten hajonnasta punaisella. Koehenkilöt 1, 2 ja 3 järjestyksessä ylhäältä alaspäin.

VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä saadut suuremmat keskimääräiset rajankorkeusarvot saattavat johtua siinä käytetystä boxing-menetelmästä. Boxing-menetelmässä rajankorkeuden laskeminen tapahtuu linssin alareunan alimmasta kohdasta. Jos koehenkilön linsseihin mitattu keskiöväli ei ole tässä kohdassa, poikkeaa rajankorkeusarvo perinteisillä menetelmillä mitatusta arvosta. Perinteisillä mitoitustapojen avulla rajankorkeusarvo mitataan keskiövälin kohdalta. Myös PD-mitta -menetelmässä mittajaan sijoittuminen liian alas koehenkilön silmiin nähden on saattanut vaikuttaa sillä saatuihin pienempiin rajankorkeusarvoihin. Videomitoitusjärjestelmällä otettu kuva, jossa kohdistusmerkit siirretään kohdalleen, pysyy paikallaan. Tämä helpottaa pupillin keskikohdan paikantamista. PD-mitta -menetelmässä koehenkilön liikkuminen voi vaikeuttaa mitaamista.

9.1.2 Pupillometri-menetelmä vs. visuReal-videomitoitusjärjestelmä

Verrattaessa pupillometri-menetelmällä ja visuReal-videomitoitusjärjestelmällä saatuja tuloksia voidaan todeta, että niiden mittaustarkkuudessa on huomattava ero. Koehenkilön 1 ja 3 keskiövälituloksissa on tilastollisesti merkitsevä ero. Pupillometri-menetelmällä mitatut keskiöväliarvot ovat keskimääräisesti pienempiä kuin visuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitatut arvot. Eri mittausmenetelmien keskiövälituloksissa esiintyvä hajonta on lähes yhtä suurta. Koehenkilön 1 kohdalla hajonta on suurempi visuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitattaessa ja koehenkilön 3 kohdalla pupillometri-menetelmällä mitattaessa.

Kaikkien koehenkilöiden kohdalla on tilastollisesti merkitsevä ero oikean ja vasemman silmän keskiövälituloksissa. VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitattu oikean silmän keskiöväliarvo on keskimääräisesti suurempi koehenkilöillä 1 ja 2 sekä keskimääräisesti pienempi koehenkilöllä 3 verrattaessa pupillometri-menetelmällä mitattuihin arvoihin. Vasemman silmän keskiöväli on mitattu videomitoitusjärjestelmällä puolestaan keskimääräisesti pienemmäksi koehenkilöillä 1 ja 2 sekä keskimääräisesti suuremmaksi koehenkilöllä 3. Koehenkilölle 1 visuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitattujen oikean ja vasemman silmän keskiövälitulosten hajonta on suurempi kuin pupillometri-menetelmällä mitattujen tulosten. Koehenkilöiden 2 ja 3 kohdalla hajonta oikean ja vasemman silmän keskiövälituloksissa on suurempi pupillometri-menetelmällä mitattaessa.

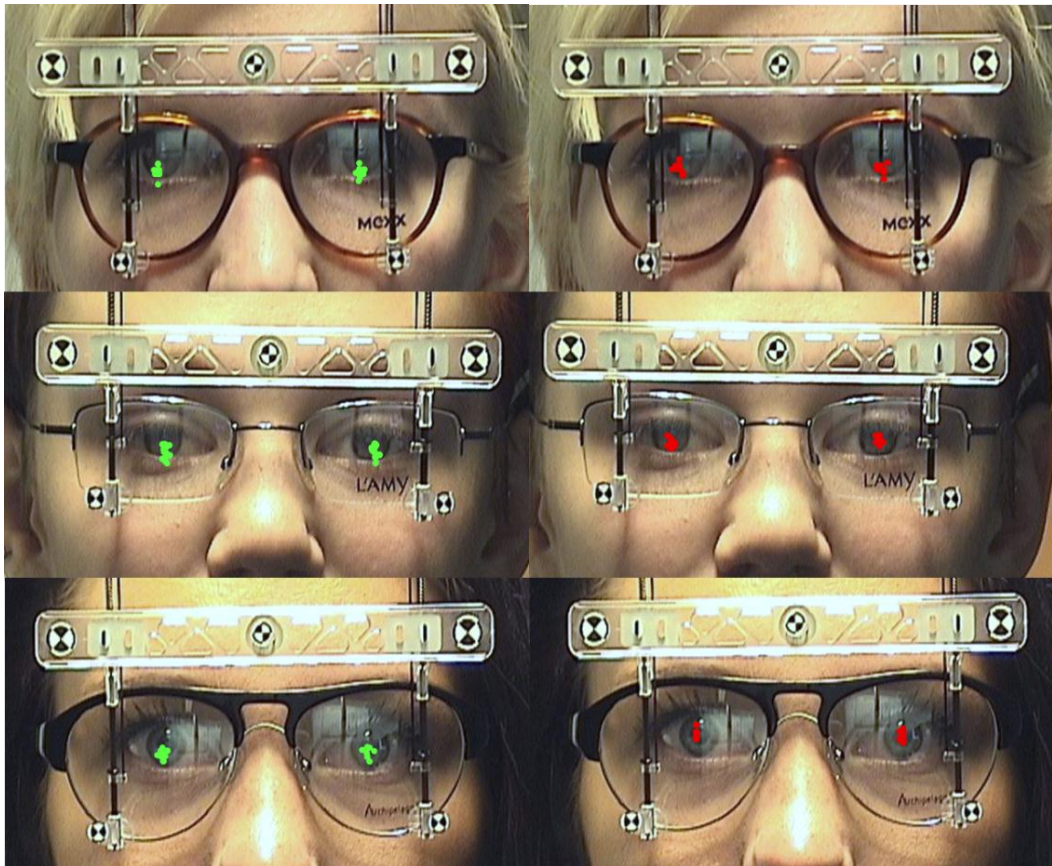
Pupillometri-menetelmällä mitattaessa koehenkilön konvergenssi saattaa vaikuttaa mitaustulokseen. Tämän seurauksena keskiöväliarvot saatetaan mitata pienemmiksi kuin visuReal-videomitoitusjärjestelmällä. Pupillometri-menetelmällä ja videomitoitusjärjestelmällä saatuihin oikean ja vasemman silmän keskiövälitulosten eroihin ei löydy yksiselitteistä mittauseroja aiheuttavaa tekijää. Yksi oikean ja vasemman silmän keskiövälitulosten vaihteluun vaikuttava tekijä saattaa olla videomitoitusjärjestelmän mitoitustyökälyn huolimaton kiinnitys kehykseen.

Pupillometri-menetelmän tulosten suuremmasta hajonnasta voidaan päätellä, että erot saattavat johtua mittaajien tekemistä virheistä. Pupillometri-menetelmässä mittauserot

he voi aiheutua pupillometrin huolimattomasta asettelusta koehenkilön kasvoille. Esimerkiksi pupillometrin asettelussa vasen puoli pupillometristä saattaa olla lähempänä silmää kuin oikea puoli. Koehenkilön epäsymmetrinen nenän muoto voi aiheuttaa pupillometrin virheellisen sijoittumisen sivusuunnassa. Nämä saattavat aiheuttaa mittausvirheen oikean ja vasemman silmän keskiöväliarvoihin. VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitatuissa tuloksissa koehenkilön pään sivusuuntainen kääntyminen on korjattu niin, että katselinja on kohtisuora. Tämän vuoksi videomitoitusjärjestelmällä mitattaessa mittausvirheen todennäköisyys on pienempi.

Kaikkien kolmen koehenkilön kohdalla oikean ja vasemman silmän rajankorkeudeksi mitataan visuReal-videomitoitusjärjestelmällä keskimääräisesti suurempia arvoja kuin pupillometri-menetelmällä. Tulosten hajonta on pääosin suurempi mitattaessa pupillometri-menetelmällä. Ainoastaan koehenkilön 3 oikean silmän rajankorkeustulosten kohdalla hajonta on hieman suurempi mitattaessa visuReal-videomitoitusjärjestelmällä.

Pupillometri-menetelmässä rajankorkeuden mittaamisen apuna sai käyttää PD-mittaa ja tussia, joten rajankorkeuden mittaus tapahtui samalla tavalla kuin PD-mitta -menetelmällä. Tämän vuoksi pupillometri-menetelmän ja visuReal-videomitoitusjärjestelmän rajankorkeuden tulosten vertailussa saadut tulokset ja hajonta ovat samankaltaisia kuin verrattaessa PD-mitta -menetelmän ja visuReal-videomitoitusjärjestelmän rajankorkeustuloksia ja hajontaa (Kuvio 18).



Kuvio 18. Havainnollistus pupillometri-menetelmän tulosten hajonnasta vihreällä ja visuReal-videomitoitusjärjestelmän tulosten hajonnasta punaisella. Koehenkilöt 1, 2 ja 3 järjestyksessä ylhäältä alaspäin.

9.1.3 PD-mitta vs. pupillometri -menetelmä

Verrattaessa PD-mitta ja pupillometri -menetelmien tuloksia voidaan todeta, että niissä ei ole suuria eroja. Tilastollisesti merkitsevä ero saadaan koehenkilön 1 keskiövälituloksessa ja vasemman silmän keskiövälituloksessa. Koehenkilön 2 vasemman silmän keskiövälitulosten ero on tilastollisesti merkitsevä. Pupillometri-menetelmällä mitatut arvot ovat keskimääräisesti suurempia kuin PD-mitta -menetelmällä mitatut arvot. Hajonta on suurempi PD-mitta -menetelmällä mitatuissa tuloksissa.

Koska tilastollisesti merkitseviä eroja saadaan vain kolme, niistä ei voida tehdä yleistyk-
siä. Voidaan päätellä, että PD-mitta ja pupillometri -menetelmällä saadut tulokset eivät poikkea merkittävästi toisistaan. Mittaajan sijainnin vaihtelu mitattavaan nähden saattaa vaikuttaa PD-mitta -menetelmällä saatuun suurempaan hajontaan. Pupillometri-menetelmällä mitattaessa pupillometri on helpompi pitää paikallaan.

9.1.4 Ryhmien välinen vertailu

VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitattuja tuloksia verrattaessa saadaan tilastollisesti merkitsevä ero vain kahteen mitoituspärametritulokseen. Koehenkilön 2 kohdalla tilastollisesti merkitsevä ero on oikean silmän rajankorkeuden tuloksessa ja koehenkilön 3 kohdalla vasemman silmän rajankorkeuden tuloksessa. Ryhmä 1 mittaa koehenkilön 2 oikean silmän keskimääräisen rajankorkeuden suuremmaksi kuin ryhmä 2. Vastavasti koehenkilön 3 vasemman silmän keskimääräisen rajankorkeuden mittaa suuremmaksi ryhmä 2. Koehenkilön 2 oikean silmän rajankorkeustuloksissa suurempi hajonta ilmenee ryhmän 1 mittaamisissa tuloksissa, kun taas koehenkilön 3 kohdalla suurempi hajonta on ryhmän 2 tuloksissa.

VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitattuihin rajankorkeusarvoihin vaikuttaa mittajan kyky havainnoida linssin alareuna tietokoneen näytöllä olevasta kuvasta. Koehenkilöllä 2 oli käytössä nylon-kehys, jonka alareunan paikantaminen voi olla hankalaa kehyksen reunan puuttumisen ja demolinssien heijastelun vuoksi. Myös koehenkilöllä 3 käytössä olleen pilottimallisen kehyksen alareunan paikantaminen voi olla vaikeaa kehyksen muodon vuoksi. Tämä saattaa vaikuttaa siihen, että näissä mitoituspärametrituloksissa on tilastollisesti merkitsevä ero.

9.2 Käytettävyys

Analysointi visuReal-videomitoitusjärjestelmän käytettävyydestä perustuu Nielsenin listan mukaisiin heuristiikkoihin ja käyttäjätestiin. Heuristiikkojen toteutumista pohdimme pääasiassa omien käyttökokemustemme perusteella. Käyttäjätestin toteutumista analysoimme mittaajien täyttämän kyselylomakkeen vastausten pohjalta. Käytämme tutkimuksessamme molempia käytettävyyden arviointimenetelmiä, jotta saamme mahdollisimman monipuolisen ja laajan arvion visuReal-videomitoitusjärjestelmän käytettävyydestä ja ongelmakohdista. Arvioimme käytettävyyttä pääasiassa mittaajan näkökulmasta.

9.2.1 Käyttäjätesti

Käyttäjätestin vastaukset perustuvat ainoastaan järjestelmän osa-alueisiin, joita mittajat käyttivät. Osaltaan tämä saattaa vaikuttaa tutkimustulosten positiivisuuteen, koska käytössä oli vain rajattu määrä laitteen toiminnoista. Toiminnot ja polku, jota seurattiin, olivat mahdollisimman yksinkertaiset kuitenkin pitäen sisällään tutkimuksemme kannalta oleelliset vaiheet. Jos suoritettavia toimintoja olisi ollut enemmän, järjestelmän käyttö olisi saatettu kokea monimutkaisemmaksi ja hitaammaksi.

Nielsenin listan mukaan vuorovaikutuksen käyttäjän kanssa tulee olla yksinkertaista ja luonnollista (Kuutti 2003: 49). Mittaajien on helppo ymmärtää miten järjestelmässä edetään ja he kokevat järjestelmässä käytetyn kielen hyvin ymmärrettäväksi. Tähän tulokseen saattaa vaikuttaa antamamme suullinen ja kirjallinen ohjeistus mittaustilanteen suorittamisesta. Mittaajilla oli mahdollisuus koko mittauksen ajan seurata ohjetta, mikä vähentää muistin kuormittumista. Sovimme ennalta, kuinka paljon ja millaisia ohjeita annamme mittaajille. Tällä varmistimme, että ohjeistus on yhdenmukainen ja tulokset pysyvät vertailukelpoisina. Ohjeistimme mittaajia ohittamaan virhetilanneilmoitukset niihin puuttumatta. Tilanteilla, joissa virheilmoituksia mahdollisesti tuli, ei ollut vaikutusta tarvitsemiimme mittaustuloksiin. Mahdollisesti tämän vuoksi mittaajien on vaikea arvioida antoiko järjestelmä riittävästi ohjeita virhetilanteissa.

Suurin osa mittaajista on sitä mieltä, että visuReal-videomitoitusjärjestelmästä olisi hyötyä päivittäisessä työskentelyssä. Kyselylomakkeiden vastauksista merkittävimmäksi tekijäksi nousee järjestelmän mittaajalle antama varmuus mittaustuloksen tarkkuudesta. Tämän takia sitä pidetään hyödyllisenä työvälineenä mitoituksen suorittamisessa.

Muutama mittaaja käyttäisi edelleen mieluummin perinteisiä mitoituksimenetelmiä, koska he kokevat tarpeelliseksi tarkistaa järjestelmällä saamansa tulokset. Tähän saattaa vaikuttaa se, että visuReal-videomitoitusjärjestelmällä kukin mittaaja mitoitti vain kolme kertaa ja järjestelmä oli kaikille tuntematon. Osa mittaajista on tottunut mitoittamaan perinteisillä mitoituksimenetelmillä, jotka tuntuvat varmoilta ja yksinkertaisilta. Tämä voi johtua osaksi siitä, että järjestelmä ei ole vielä tuttu ja laajasti käytössä optikkoliikkeissä. Myös ajansäästämisen takia osa mittaajista pitää perinteisiä mitoituksimenetelmiä parempana. Toisaalta myös visuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitoittaminen koetaan nopeaksi. VisuReal-videomitoitusjärjestelmän uskotaan luovan asiakkaalle mie-

likuvan korkeasta laadusta ja osaamisesta. Tästä asiasta mittaajat ovat erittäin yksimielisiä.

Kyselylomakkeen avoimiin kysymyksiin vastattiin monipuolisesti ja vastaukset tukevat muista väittämistä saatuja tuloksia. Koska vastaukset ovat hyvin laajoja, niistä on mahdollista tehdä päätelmiä. Otamme huomioon vastauksissa eniten esiintyvät tekijät.

Valtaosa mittaajista kommentoi mitaustilanteen olevan asiakkaalle helppo ja miellyttävä. Mittaustilanne koetaan myös mittaajan kannalta helpoksi ja ergonomiseksi. Tietokoneen näytöllä olevaan kuvaan on sujuvampi merkitä mitoituspäätelmä, koska asiakkaan silmän liikkeet tai mittaajan käsien värinä eivät häiritse mitoitusta.

Järjestelmän käytön huonona puolena pidetään kehyksen demolinssien heijastelua, joka vaikeuttaa pupillien havaitsemista kuvasta. Demolinssijä ei otettu mitausten ajaksi pois, vaikka se on suositus. Päädyimme tähän ratkaisuun, koska käytössämme oli nylor-kehys, jossa linssi on osittain kiinnitetty siiman avulla paikalleen. Ilman demolinssijä nylor-kehyksen linssin muotoa ei voida määrittää eikä alareunaa paikantaa. Koska kaikissa kehyksissä oli demolinssit paikallaan, tulokset ovat vertailukelpoisia keskenään.

Osa mittaajista pitää mitaustäisyyttä suurena. Mittaajat kokevat, että ongelmaksi saattaa muodostua järjestelmän sijoittaminen optikkoliikkeeseen. Vastauksiin saattaa vaikuttaa se, että mittaajat eivät tienneet mahdollisuudesta muuttaa mitaustäisyyttä 1-4 metrin välillä.

9.2.2 Järjestelmän käytettävyys

VisuReal-videomitoitusjärjestelmän ulkoasu on hillitty ja tyylikäs. Se vaatii vain vähän tilaa optikkoliikkeessä. Mittaustilanteessa tarvitaan esteetön välimatka järjestelmän ja asiakkaan välillä.

VisuReal-videomitoitusjärjestelmä mahdollistaa mittaajalle ergonomiset työskentelyolosuhteet. Järjestelmän tietokonenäyttö on mahdollista sijoittaa käyttäjän tarpeiden mu-

kaisesti esimerkiksi säädettävälle pöytätasolle. Näyttö voidaan asettaa myös korkeammalle tasolle siten, että mittaja voi seisoa näytön edessä.

VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitattaessa asiakasta on helppo ohjeistaa. Ohjeet, joita asiakkaalle annetaan, voidaan pitää yksinkertaisina. Tämä tekee mitaustilanteesta asiakkaan kannalta selkeän. Mittajan tulee kuvan ottamisen ajan tarkkailla asiakkaan pään ja vartalon asentoa. Sivuprofiilikuvan ottamisessa saattaa ilmetä ongelmia, koska tällöin asiakkaalla ei ole edessään valopistettä, johon katse kohdistetaan. Tässä korostuu erityisesti mittajan tehtävä tarkkailla pään asentoa.

Jos asiakkaalla on suuri refraktiovirhe, se saattaa hankaloittaa mitaustilannetta. Tällöin valopiste, johon katse kohdistetaan, siirtyy ja asiakkaan on vaikeampi kohdistaa katseensa valopisteeseen. Ongelmaa voidaan vähentää lyhentämällä mitaustilannetta. VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä voidaan mitoittaa silmälasilinsit kaikille asiakkaille refraktiovirheen suuruudesta huolimatta. Refraktiovirheen vaikutuksesta mitoitustulokseen ei ole tietoa.

VisuReal-videomitoitusjärjestelmän mitoitustyökalu on helppo asettaa paikalleen kehykseen. Kalibroitimerkit helpottavat sen kohdistamista oikealle kohdalle. Mitoitustyökalun asettaminen on vaikeampaa tiettyihin kehyksille, kuten pilottimalliin. Mitoitustyökalu on kevyt ja pysyy hyvin paikallaan kehyksessä. Se voidaan säätää kapeammaksi tai leveämmäksi. Tämä mahdollistaa sen sopivuuden erikokoisiin ja -mallisiin kehyksiin.

Nielsenin listan mukaan käyttäjän muistin kuormitus tulee minimoida (Kuutti 2003: 49). VisuReal-videomitoitusjärjestelmä on suunniteltu hyvin ja mahdollisimman vähän muistia kuormittavaksi. Järjestelmässä on kuitenkin osia, jotka vaativat sen käyttäjältä muistamista. Esimerkiksi käyttäjän on muistettava siirtää kaikki mitoitusmerkit kohdalleen, jotta tulokset ovat tarkoituksenmukaiset. Järjestelmässä on mahdollista edetä nopeammin jättämällä joitakin kenttiä täyttämättä. Tämä toteuttaa Nielsenin listan heuristiikan, jonka mukaan oikopolkuja ja tehokasta työskentelyä tulisi tukea (Kuutti 2003: 49). Käyttäjän tulee kuitenkin muistaa ja tietää, mitkä kentät voi jättää täyttämättä.

9.2.3 Järjestelmän visuaalinen suunnittelu

VisuReal-videomitoitusjärjestelmän tietokoneohjelma on ulkoasultaan selkeä ja yhdenmukainen ohjelman jokaisessa vaiheessa. Tämän vuoksi ohjelmassa eteneminen onnistuu vaivattomasti. Ohjelman yhdenmukainen suunnittelu toteuttaa yhden Nielsenin listan heuristiikan, jonka mukaan käyttöliittymän tulee olla yhdenmukainen (Kuutti 2003: 49).

Nielsenin listan mukaan vuorovaikutuksessa tulee käyttää käyttäjän kieltä (Kuutti 2003: 49). Ohjelman kieli on selkeää ja siinä on käytetty optisen alan ammattisanastoa. Ohjelman tehtävien suorittaminen etenee luonnollisessa järjestyksessä vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas. Käyttäjän huomio kiinnittyy oleelliseen, eikä ohjelma sisällä ylimääräistä tietoa, joka kuormittaisi muistia. Käyttäjä pystyy etenemään ohjelmassa johdonmukaisesti huomiokyvyn häiriintymättä.

Ohjelma on kontrastiltaan hyvä. Siinä on vaalea tausta, josta musta ja tummansininen teksti erottuvat hyvin. Ohjelmassa käytettävät värit ovat harmonisia ja tukevat käytön selkeyttä.

Ohjelman symbolit ovat selkeitä ja nopeuttavat sen käyttöä. Symboleille on näppäimistöissä niitä vastaavat painikkeet, jotka on selitetty ohjekirjassa. Tiettyjen symbolien avulla pääsee siirtymään suoraan haluamalleen sivulle. Nämä symbolit on sijoitettu jokaisen sivun alalaitaan, ja niissä on kerrottu mikä näppäimistön painike vastaa kyseistä symbolia. Symbolien yhdenmukainen sijoittelu vähentää käyttäjän muistin kuormitusta ja nopeuttaa käytön oppimista.

Nielsenin listan mukaan ohjelmassa ja sen osissa tulee olla selkeät poistumistiet (Kuutti 2003: 49). Ohjelman poistumistiet on merkitty selkeästi, ja takaisin palaaminen on mahdollista. Ohjelman jokaisessa vaiheessa poistumistie on samanlainen ja sijoitettu sivun oikeaan alakulmaan.

VisuReal-videomitoitusjärjestelmä ilmoittaa tapahtuneista virheistä siirryttäessä sivulta toiselle. Virheilmoitukset ovat selkeitä ja niissä on mahdollista valita korjataanko vai ohitetaanko virhe. Tämä toteuttaa Nielsenin listan heuristiikat, joiden mukaan järjes-

telmän tulee antaa käyttäjälle kunnollista palautetta reaaliajassa ja virheilmoitusten tulee olla selkeitä ja ymmärrettäviä (Kuutti 2003: 49).

Nielsenin listan mukaan virhetilanteisiin joutumista tulisi välttää (Kuutti 2003: 49). Ohjelman tulisi antaa vastausvaihtoehtoja virhetilanteisiin joutumisen välttämiseksi. Tällä vähennettäisiin näppäilyvirheiden aiheuttamia virhetilanteita. Järjestelmä antaa vastausvaihtoehtoja kohtiin, joissa se on mahdollista. Esimerkiksi tilattavat linssit tai kehysmateriaali voidaan valita valmiista listasta. (Kuutti 2003: 62.)

Nielsenin listan mukaan käyttöliittymässä tulee olla kunnolliset avustustoiminnot ja dokumentaatio (Kuutti 2003: 49). Ohjelmassa on selkeä tulossivu. Sivun tallentuu automaattisesti järjestelmään, joten sitä on mahdollista tarkastella jälkeenpäin.

Käyttöopas tukee laitteen käyttöä. Se on johdonmukainen ja sitä seuraamalla käyttäjä voi edetä ohjelmassa vaivattomasti. Oppaassa on havainnollistavia kuvia tukemassa ohjeistusta. Siinä on ohjeita virhetilanteisiin joutumisen varalta ja niissä etenemisen apuna. Opas sisältää myös asiakkaan ohjeistamiseen neuvoja, joita on sisällytetty eri mittaussivustoista kertoviin osuuksiin. Käyttöopas on englanninkielinen, joten järjestelmää pystyy hyödyntämään parhaiten kielitaitoinen käyttäjä.

10 Johtopäätökset

Tutkimuksemme perusteella PD-mitta -menetelmällä mitattaessa saadaan mittaustulosten välille suurempi hajonta kuin visuReal-videomitoitusjärjestelmällä. Tämän perusteella voidaan todeta, että visuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitoittaminen on tarkempaa. PD-mitta -menetelmän keskiövälitulokset ovat järjestelmällisesti pienempiä, joka johtunee koehenkilön konvergenssista. VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitoitettaessa koehenkilö ei konvergoi lähietäisyydelle, koska mittausetäisyys on 3,5 metriä. Tästä syystä visuReal-videomitoitusjärjestelmän tulokset ovat luotettavampia.

VisuReal-videomitoitusjärjestelmä antaa tarkempia mittaustuloksia myös pupillometri-menettelämään verrattuna, koska pupillometri-menetelmän tuloksissa ilmenee suurempi hajonta kuin visuReal-videomitoitusjärjestelmän tuloksissa. Tätä voidaan selittää sillä, että mittaajan on vaikea havaita pupillometrin oikeaa asentoa koehenkilön kasvoilla. Pupillometri-menetelmällä syntyy helposti mittaajan tekemiä virheitä. Pupillometri-menetelmällä mitoitettaessa koehenkilön konvergoiminen laitteeseen voi vaikuttaa mittaustulokseen. Koska visuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitattaessa ei tapahdu konvergenssia, antaa se luotettavampia tuloksia kuin pupillometri-menetelmä.

PD-mitta ja pupillometri -menetelmässä rajankorkeuden mittaaminen tehdään samalla tavalla. Näillä menetelmillä mitattaessa saadaan suurempi hajonta kuin visuReal-videomitoitusjärjestelmällä. Siten rajankorkeuden mittaaminen on vaikeampaa PD-mitta ja pupillometri -menetelmällä. Videomitoitusjärjestelmällä saadaan järjestelmällisesti suurempia rajankorkeusarvoja, mikä johtuu boxing-menetelmän käytöstä.

PD-mitta ja pupillometri -menetelmien vertailun tuloksista voidaan havaita, että näiden menetelmien välillä ei ole merkittävää eroa mittaustarkkuudessa. Saatujen mittaustulosten hajonta näyttää perustuvan sattumaan. Tämän perusteella voidaan päätellä, että mittaajan tekemiä virheitä ilmenee yhtä lailla molemmilla mitoituskäytännöillä.

Ryhmiä vertailevan tutkimuksen tulosten mukaan mittaajan optisen alan kokemuksella ei ole merkitystä videomitoitusjärjestelmällä saatavien mittaustulosten tarkkuuteen. VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä kuka tahansa mittaaja näyttää saavan yhtä tarkan mittaustuloksen.

Tutkimuksen tuloksista voidaan todeta, että visuReal-videomitoitusjärjestelmä on luotettava progressiivisen linssin mitoitukseen. Sillä saadut mitoitustulokset ovat tarkempia verrattuna perinteisillä menetelmillä saatuihin arvoihin. Myös tulosten hyvä toistettavuus tukee järjestelmän luotettavuutta.

Tutkimuksemme mukaan visuReal-videomitoitusjärjestelmä on käytettävyydeltään hyvä. Videomitoitusjärjestelmä on hyödyllinen työväline optikkoliikkeessä, ja sen uskotaan luovan asiakkaalle mielikuvan korkeasta laadusta ja osaamisesta. Sen käyttö on helppoa ja nopeasti omaksuttavaa. Mittaajien kokemukset videomitoitusjärjestelmän käytöstä ovat myönteisiä. Järjestelmän hyvää käytettävyyttä lisäisi vielä käyttöoppaan suomenkielinen käännös.

11 Pohdinta

Tutkimuksen tulokset olivat oletustemme mukaiset. Eri mittausmenetelmiä verrattaessa visuReal-videomitoitusjärjestelmä antoi tarkempia mittaustuloksia. Tutkimuksen tulosten mukaan visuReal-videomitoitusjärjestelmällä linssit mitoitettiin lähimmäksi koehenkilöiden pupillien keskipisteitä. VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä saatuihin tuloksiin ei oletustemme mukaan vaikuta mittaajan kokemus optisesta alasta. Mittaajaryhmiä verratessa tuloksiin ei saatu eroa ryhmien välille, mikä tukee oletustamme. Videomitoitusjärjestelmän käyttö oli tutkimuksen mukaan nopeaa ja helppoa. Tämä tukee ennako-oletuksiamme järjestelmän käytettävyydestä.

Analysoinnissa esittelemämme kuvat on tehty havainnollistamaan tutkimuksemme tuloksia. Koehenkilöistä valituissa kuvissa mitoitustyökalun kalibrintimerkki on asetettu parhaiten kehyksen nenäsillan keskelle. Kuviin laitetut mitoituspisteet ovat suuntaantavia, koska pyöristimme mitoitusparametriarvot millimetrin tarkkuudella. Kuvat on otettu yhdestä mittaustilanteesta, joten koehenkilön asennon vaihtelua ei ole otettu huomioon havainnollistavia kuvia tehdessä.

Tutkimusjoukon kokoaminen onnistui, kuten olimme etukäteen suunnitelleet. Saimme koehenkilöitä ja mittaajia tarvittavan määrän. Mittaajaryhmät koostuivat optisella alalla kokeneista ja kokemattomista opiskelijoista, mikä oli ryhmiä vertailevan tutkimuksen kannalta tärkeää. Mittauspäivien ohjelma oli etukäteen hyvin suunniteltu. Tämän takia uskomme, että mittauspäivät onnistuivat sujuvasti ilman ongelmia.

Tutkimukseemme on saattanut vaikuttaa mittaajien asenne tutkimusta kohtaan. Emme tiedä, ovatko mittaajat keskittyneet mittauksen suorittamiseen ja ovatko he antaneet totuudenmukaisia vastauksia. Mittaajat ilmoittivat halukkuutensa osallistua mittauspäiviin, joten oletamme heidän olleen kiinnostuneita aiheesta. Tämän vuoksi oletamme, että mittaajat ovat suorittaneet mittaukset kaikilla menetelmillä positiivisella ja samantyyppisellä asenteella. Tällöin tutkimustuloksia voidaan pitää vertailukelpoisina keskenään.

Arvioimme käytettävyyttä monipuolisesti käyttäjätestin ja omien kokemustemme perusteella, mikä lisää visuReal-videomitoitusjärjestelmän käytettävyydestä tekemiemme johtopäätösten luotettavuutta. Keskityimme työssämme mittaajan näkökulmaan järjestelmän käytettävyydestä.

Käyttäjätestin kokemuksia arvioimme kyselylomakkeen vastausten perusteella. Kyselylomake mittasi asioita, joita halusimme tutkia. Uskomme, että kyselylomake oli riittävän selkeä, jotta mittaajat osasivat vastata kysytyyn asiaan. Lomake oli myös riittävän lyhyt ja nopea täyttää. Kyselylomakkeesta saatuja tuloksia voidaan pitää kattavina ja luotettavina, koska kaikki mittaajat täyttivät kyselylomakkeen.

Työmme aikataulu oli tiukka, mutta saimme kaiken tutkimuksen kannalta oleellisen tehtyä. Teoriatiedon hankkimista vaikeutti se, että optiseen alaan liittyvä tieteellinen kirjallisuus on lähinnä englanninkielistä. VisuReal-videomitoitusjärjestelmästä ei ole aiempaa laajaa tutkimusta, jota olisimme voineet hyödyntää työssämme.

Jatkotutkimusehdotuksemme on tehdä samankaltainen vertaileva tutkimus eri mitoitussuunnitelmien välillä, ottaen huomioon myös muut yksilöllisen progressiivisen linssin mitoitussuunnitelmien parametrit, joita ovat pintaväli, kaltevuuskulma ja kehyksen kaarevuus. Videomitoitusjärjestelmän käytettävyyttä voisi tutkia optikkoliikkeessä. Tutkimuksessa voisi selvittää järjestelmän tuomia etuja ja haittoja. Tällöin saataisiin tietoa sen soveltuvuudesta oikeaan ympäristöön.

Lopuksi haluamme kiittää opinnäytetyömme ohjaajia Juha Havukumpua ja Juha Päällysahoa sekä Kaarina Pirilää SPSS-ohjauksesta. Haluamme kiittää Petri Eskolaa ja Hoya Lens Finland Oy:ta yhteistyöstä. Kiitokset vielä kursseille SO09S1 ja SO11K1 sekä koehenkilöille mittausten onnistumisesta.

Lähteet

Bennett, Arthur George – Rabbetts, Ronald B. 2007. Bennett & Rabbett's Clinical Visual Optics. Fourth edition. Edinburgh: Butterworth-Heinemann.

Comparison of PD measuring devices. Part 1. 2010. Optician 12.02.2010. 23-28.

Comparison of PD measuring devices. Part 2. 2010. Optician 12.03.2010. 14-20.

The functions of visuReal® n.d. Ollendorf Mess-Systeme. Verkkodokumentti. <http://www.visu-real.de/english/visu_funktionen.php>. Luettu 5.9.2011.

Fisher Scott W – Meister Darryl J 2008. Progress in the spectacle correction of presbyopia. Part 1: Design and development of progressive lenses. Clinical and experimental Optometry 91 (3). 240-250.

Good vision means quality of life n.d. Ollendorf Mess-Systeme. Verkkodokumentti. <<http://www.visu-real.de/english/index.php>>. Luettu 5.9.2011.

Grosvenor, Theodore 2007. Primary care optometry. Fifth edition. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Heikkilä, Tarja 2004. Tilastollinen tutkimus. 5. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

Hirsjärvi, Sirkka – Remes, Pirkko – Sajavaara, Paula 2000. Tutki ja kirjoita. 6. uudistettu painos. Vantaa: Tummavuoren kirjapaino Oy.

Jalie, Mo 1999. Ophthalmic lenses and dispensing. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Kozol Frank – Capone Robert C. – Kozol Neil D. 1998. Determining the Vertical and Horizontal Positioning of Multifocal and Progressive Lenses. Survey of ophthalmology 43 (1). 71-82.

Kuutti, Wille 2003. Käytettävyys, suunnittelu ja arviointi. Korkeakoulu-sarja. Helsinki: Talentum.

Kwok-Hei Mok Alan – Sin-Ting Chung Cindy – Wai-Keung Kwok Terence 2011. A simple clinical test for perception of progressive addition lens peripheral image blur. A pilot study. *Journal of Optometry* 4 (1). 30-34.

Metsämuuronen, Jari 2002. Mittarin rakentaminen ja testiteorian perusteet. *Metodologia-sarja* 6. 2. painos. Helsinki: International Methelp Ky.

Obstfeld, Henri 1997. *Spectacle frames and their dispensing*. Lontoo: W.B. Saunders Company Ltd.

VisuReal® PREMIUM User Manual 2010. Käyttöopas. Ollendorf Mess-Systeme.

Kirjallinen ohjeistus visuReal-videomitoitusjärjestelmällä mitoittamiseen

OHJEISTUS:

1. Paina **F6**
2. **Valitse** koehenkilö (tuplaklikkaa) ja paina sitten **Enter**
3. **Liikuta kameraa nuolilla**, siten että adapteri mahtuu vihreiden viivojen väliin (jos kamera ei hetken kuluttua tarkenna itsestään, voit zoomata näppäimillä **+** ja **-**)
4. **Ohjeista henkilö** katsomaan kameran vilkkuvaa punaista valoa
5. **Ota kuva painamalla Välilyönti**, kun kuva on valmis paina **Enter**. (Mikäli kuva on huono ja haluat ottaa uuden, poista vanha painamalla Välilyönti ja toista kohta 5.)
6. Tarkista/siirrä **kohdistusmerkit** kohdilleen
7. Siirrä **alin sininen viiva** linssin alareunaan, kierrä tarvittaessa reunasta
8. Siirrä **nenänpuoleiset siniset viivat** linssin sisäreunoihin
9. Siirrä **pupillimerkit** pupillien kohdalle
10. Siirrä **ylin sininen viiva** linssin yläreunaan
11. Siirrä **ulommainen sininen viiva** linssin ulkoreunaan
12. Kun mitoitus on valmis, paina **Enter**
13. **Valitse linssiksi:** HOYALUX ID 11mm/14mm EYAS 1.6, paina **Enter**
14. Laita kenttään **O, Sf 100**, paina **Enter** kunnes olet kohdassa ADD
15. Laita kenttään **O, ADD 100**, paina **Enter** kunnes pääset seuraavalle ruudulle
16. Paina **Enter**
17. Valitse **valmiista muodoista** lähinnä oleva, paina **Enter**
18. Valitse **kehyksen tiedot:** muovi/metalli/hengetön/nylor, paina **Enter**

Kyselylomake

Vastaa kyselylomakkeeseen ympyröimällä mielipidettäsi lähinnä oleva vaihtoehto. Ympyröi vain yksi vaihtoehto jokaisesta kysymyksestä.

Ryhmätunnus: _____

1) Työkokemus optisella alalla:

- | | |
|---|--------------------------|
| 1 | ei ollenkaan |
| 2 | alle 6kk |
| 3 | 7kk-12kk |
| 4 | yli 12kk, kauanko? _____ |

2) Oletko käyttänyt aiemmin visuReal-videomitoitusjärjestelmää?

- | | |
|---|---|
| 1 | kyllä |
| 2 | en |
| 3 | olen käyttänyt vastaavaa laitetta,
mitä? _____ |

Valitse seuraaviin väittämiin mielipidettäsi lähimpänä oleva vaihtoehto.

1 täysin samaa mieltä, 2 jokseenkin samaa mieltä, 3 en osaa sanoa, 4 jokseenkin eri mieltä, 5 täysin eri mieltä.

3) VisuRealin käyttö oli helppoa.

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

4) Järjestelmän polut olivat selkeitä.

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

5) Järjestelmän kieli oli helposti ymmärrettävää.

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

6) Virhetilanteessa järjestelmä antoi riittävästi ohjeita.

1 2 3 4 5

7) Koen, että visuReal helpottaisi päivittäistä työntekoani.

1 2 3 4 5

miksi?

8) Tekisin mitoitukset mieluummin perinteisellä tavalla (tussi & PD-mittaus).

1 2 3 4 5

miksi?

9) Uskon, että visuReal luo asiakkaalle mielikuvan korkeasta laadusta ja osaamisesta.

1 2 3 4 5

10) Mitä hyviä puolia visuRealissa mielestäsi on?

11) Mitä huonoja puolia visuRealissa mielestäsi on?

12) Muita käyttökokemuksia visuRealista:

KIITOS OSALLISTUMISESTASI!

PD-mitta -menetelmällä saadut arvot

Ryhmä	1kv	1kv od	1kv os	1raja od	1raja os	2kv	2kv od	2kv os	2raja od	2raja os	3kv	3kv od	3kv os	3raja od	3raja os
1	58	29	29	23	22	61,5	30	31,5	16,5	15,5	61	32	29,5	24	23
1	59	30	29	23,5	23	61	31	30	15,5	16	60	30,5	29,5	25	24,5
1	59	29,5	29,5	23	22	59	29,5	29,5	16	16	59	29,5	29,5	23	22
1	58	29	29	23,5	23,5	60	30	30	17	17	60	30	30	25	25
1	57	28,5	27,5	23,5	23,5	62	31	31	15,5	15,5	59	31	29	25	23,5
1	58	29	29	24	24	60	30	30	17,5	17,5	60	30	30	27	27
1	56	28	28	23	23	60	29	31	15	15	59	30	29	24,5	24,5
1	57	28,5	28,5	23	23	60	30	30	15	15	60	28,5	31,5	23,5	23,5
1	58	29	30	24	24	60,5	30,5	30	15	15	59	29	30	24	24,5
2	60	30,5	29,5	24	24	61	32	29	15,5	15,5	62	31	31	26	24
2	60	31	29	24	23,5	59	30	29	16	16,5	60	30,5	29,5	23	22
2	57	28	29	25	24	59	29	30	16,5	16	58	29	29	26	24
2	58	30	28	24	23	60	31	29	14	14	59	30	29	24	24
2	60	30	30	27	27	59	31	28	16	15	60,5	29,5	31	25	25
2	58,5	29	29,5	26	26	60,5	31	29,5	16	17	60	30,5	29,5	27	26
2	57	29	28	26	23	60	31	29	14	14	61	30	31	25	24
2	59	30	29	24	23	62	33	29	12	13	59	30	29	24	24
2	58	30	28	25	23	60	31	29	14	14	60	30	30	26	25

Pupillometri-menetelmällä saadut arvot

Ryhmä	1kv	1kv od	1kv os	1raja od	1raja os	2kv	2kv od	2kv os	2raja od	2raja os	3kv	3kv od	3kv os	3raja od	3raja os
1	59	29	30	24	23	61	30,5	30,5	30,5	15,5	15,5	60,5	30,5	30	25,5
1	58,5	28,5	30	23,5	23,5	61	30,5	30,5	30,5	15,5	15,5	60	30	30	24
1	59	29	30	23	23	60,5	30	30	30,5	15,5	15,5	61	31	30	24
1	59	29	30	24	23,5	60,5	30	30	30,5	16	16	60,5	30,5	30	23,5
1	59,5	29	30,5	25	23,5	61	30	31	17	17	17	60,5	29	31,5	26
1	59	28,5	30,5	25	25	60,5	30	30,5	17,5	17,5	17,5	60,5	30	30,5	26
1	59	29	30	24	24	60,5	30,5	30	16	16	16	60,5	30,5	30	24
1	58,5	29	29,5	23,5	23,5	60,5	30	30,5	12,5	12,5	12	60,5	30	30,5	22
1	59	29	30	24	24	61	30,5	30,5	14	14	14	59,5	30,5	29	25
2	59	29	30	24,5	23,5	61,5	31	30,5	18	18	18	60	30	30	26
2	59,5	29,5	30	25	25	60	30	30	16	17	17	60	30	30	25
2	59	30	29	24,5	24	60,5	28,5	32	15	14,5	14,5	60,5	30,5	30	24
2	60	30	30	24	23	60	29,5	30,5	14,5	14,5	14,5	59,5	30	29,5	25
2	59	29	30	27	27	61	30,5	30,5	17	16	16	60	30,5	29,5	27
2	59,5	29	30,5	25	25	61	30,5	30,5	14	14	14	60,5	30,5	30	26
2	59	29	30	21	22	61	30	31	13	14	14	59,5	30	29,5	24
2	59	29	30	25	24	60,5	30,5	30	14	15	15	61	31	30	25
2	59,5	29	30,5	24	24	60,5	30	30,5	14	14	14	61	30,5	30,5	25

VisuReal-videomitoitusjärjestelmällä saadut arvot

ryhmä	1kv	1kvod	1kvos	1rajaod	1rajaos	1kaltevuus 2kv	2kvod	2kvos	2rajaod	2rajaos	2kaltevuus 3kv	3kvod	3kvos	3rajaod	3rajaos	3kaltevuus		
1	59,6	29,7	29,9	24,7	24,1	5	61,3	30,9	30,4	17,2	17,5	8	60,6	29,8	30,8	26,9	25,1	9,7
1	59	30,1	28,9	24,7	24,9	8	61,4	30,9	30,4	17,6	17,2	12,5	60,6	30,3	30,2	25,8	23,8	8,1
1	58,9	29,2	29,7	23,4	22,4	5,8	61,1	30,7	30,3	17,1	16,3	7,5	60,7	29,7	31	27,1	25,9	10,8
1	59,7	31,1	28,5	25,7	25,7	8,9	60,2	31,1	29,1	17,1	18,6	8,5	61,2	30,3	30,9	25,7	23,6	9,8
1	59,4	30,3	29,2	25,9	25,8	9,4	60,9	31,3	29,6	16,2	16,6	7,6	60,3	29,7	30,5	25,9	23,9	9,3
1	59,2	30,3	28,9	26,3	26,2	8,8	61	31,7	29,3	18,8	19,4	11,8	60,5	29,9	30,6	28	25,1	10,9
1	59,4	30,1	29,3	25	25,2	7,6	60,5	30,9	29,5	15,7	16,3	4,6	61	30,1	30,8	26,2	24,4	9
1	60	32,4	27,7	25,2	26,1	6	61,7	31,2	30,5	17,1	17,2	9,1	61,7	30,4	31,2	26	23,4	7,6
1	59,6	30,9	28,7	26,4	26,5	9,9	61	31,5	29,5	18,9	19	10,2	61	29,6	31,3	25,9	24,5	9,8
2	59,6	30,8	28,9	24,8	24,6	5,7	60,8	31	29,7	16,7	17,5	9,3	60,7	30,4	30,3	26,4	24,4	9
2	59	28,8	30,2	24,3	24,2	6	60,9	30,5	30,4	17,5	18,1	9,9	60,7	29,6	31	26,8	24,6	11,1
2	59,9	29,7	30,2	24,7	24,5	6,4	61	30,7	30,2	16,2	17,1	9,1	60,5	29,6	30,9	25,7	24,5	8,9
2	59,7	30,7	29	24,7	24,5	7	60,5	30,4	3,2	16	17	8	60,2	29,6	30,6	25,7	24,9	9
2	59,2	31,5	27,7	25,3	25,2	8,1	61,2	31,2	29,9	16,1	16,9	9,6	60,5	29,9	30,6	26,1	24,4	8,3
2	58,3	29,6	28,7	25,2	25	8,1	60,2	30,4	29,8	16,8	16,5	9,3	60,5	30,2	30,3	27,8	26,5	12,3
2	60,4	29,9	30,5	27,8	26,7	10,6	60,7	30,9	29,8	15,4	15,5	6	60,8	30,2	30,6	27,2	25,6	10,8
2	59,4	30,4	28,9	25,9	25,1	6,5	60,5	31,2	29,3	16,2	17,3	7,8	61,2	30,1	31,1	29,5	27,7	13,9
2	59,6	30,6	29,1	25,9	24,9	9,1	62,1	31,9	30,2	15,8	17,2	7,5	60,6	30	30,6	28,1	26,5	12,4

Kyselylomakkeen vastaukset

ryhmä	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	k9
1	2	2	2	4	2	3	4	2	1
1	4	2	2	2	2	4	4	2	2
1	3	2	2	1	3	3	4	4	1
1	4	3	1	2	2	3	2	3	2
1	3	2	1	2	2	2	2	4	1
1	4	2	1	2	2	2	1	5	1
1	3	2	2	2	1	3	2	4	2
1	4	2	1	2	2	4	2	4	1
1	4	2	1	2	1	2	3	2	1
2	1	2	1	1	1	1	1	4	1
2	1	2	2	2	3	3	2	4	1
2	2	2	1	1	2	2	3	2	0
2	1	2	2	1	1	2	1	4	2
2	1	2	2	2	2	1	3	1	1
2	1	2	2	1	1	2	2	3	2
2	1	2	2	2	2	4	3	4	2
2	1	2	2	2	2	3	2	0	2
2	1	2	1	2	2	3	2	4	1