

**Katseella tapahtuvasta vierityksestä saadun tuntopalautteen vaikutus  
katsekäyttäytymiseen**

Karoliina Käki

Tampereen yliopisto  
Informaatiotieteiden yksikkö  
Vuorovaikutteinen teknologia  
Pro gradu -tutkielma  
Ohjaaja: Päivi Majaranta  
Toukokuu 2014

Tampereen yliopisto

Informaatiotieteiden yksikkö

Vuorovaikutteinen teknologia

Karoliina Käki: Katseella tapahtuvasta vierityksestä saadun tuntopalauteen vaikutus katsekäyttäytymiseen

Pro gradu -tutkielma, 53 sivua, 5 liitesivua

Toukokuu 2014

---

Tässä tutkielmassa tutkitaan katseella toimivaa vieritystä, johon on yhdistetty tuntopalaute. Tutkimuksessa selvitetään vaikuttaako tuntopalaute, jonka käyttäjä saa alkavasta vierityksestä käyttäjän katsekäyttäytymiseen. Kyselylomakkeiden sekä haastatteluiden perusteella tutkielmassa pohditaan, onko tuntopalaute tarpeellinen käyttäjien mielestä. Tutkimus suoritettiin Tampereen yliopistossa Informaatiotieteiden yksikön katselaboratoriossa helmi- ja maaliskuussa 2014. Tutkimuksessa käytettiin Tobii T60 katseenseurantalaitetta. Tutkimukseen osallistui 12 vapaaehtoista henkilöä. Jokainen osallistuja suoritti 18 tehtävää, jotka oli jaettu kolmeen erilaiseen konditioon. Kaksi konditioista sisälsivät tuntopalauteen ja yksi konditio ei sisältänyt tuntopalautea katseella tapahtuvasta vierityksestä. Näyttö oli jaettu kolmeen osaan. Näytön ylä- sekä alaosassa olivat aktiiviset vieritysalueet ja näytön keskiosassa oli staattinen alue. Kahdessa konditiossa, kun osallistujan katse ylitti vieritysalueelle asetetun rajan, hän sai tuntopalauteen sormeensa varoitukseksi tai tiedoksi kohta alkavasta vierityksestä. Vieritys alkoi vain jos käyttäjän katse oli viiveajan jälkeenkin aktiivisella vieritysalueella. Tutkimuksessa ei löydetty tilastollisesti merkitseviä eroja eri konditioiden välisissä suoritusajoissa tai osallistujien katsekäyttäytymisessä. Kyselylomakkeiden ja haastatteluiden perusteella muodostui ongelmaksi se, etteivät osallistujat osanneet yhdistää tuntopalautea kohta alkavaan vieritykseen. Jatkotutkimuksella voisi kartoittaa oliko tuntopalauteen ja vierityksen alkamisen välillä liian pitkä viiveaika. Osaisivatko osallistujat yhdistää tuntopalauteen kohta alkavaan vieritykseen, jos viiveaikaa lyhentäisi.

Avainsanat ja -sanonnat: katseenseuranta, tuntopalaute, katseella tapahtuva vieritys, katse syötemenetelmänä.

## Sisällysluettelo

1.	Johdanto.....	1
2.	Katse ja katseenseuranta.....	3
2.1.	Silmän rakenne ja toiminta .....	3
2.2.	Katseenseurannan historiasta ja tekniikoista.....	5
2.3.	Kalibrointi .....	8
2.4.	Katseenseurantalaitteiden ongelmia.....	9
3.	Katseella tapahtuva vieritys.....	11
3.1.	Katseeseen perustuvan vierityksen taustaa .....	11
3.2.	Katseella tapahtuva sivuttainen vieritys.....	14
3.3.	Katse-elein toteutettu vieritys .....	15
4.	Tuntoaisti ja tuntopalautteen käyttö .....	16
4.1.	Palautteiden käyttö vuorovaikutteisessa teknologiassa.....	16
4.2.	Tuntoaisti ja kosketus .....	17
4.3.	Tuntopalaute ja sen tulkinta .....	18
4.4.	Tuntopalautteen hyödyt.....	18
4.5.	Tuntopalautteen käyttö katsekäyttöliittymissä .....	19
5.	Tutkimus.....	21
5.1.	Tutkimusongelma.....	21
5.2.	Pilottitestit .....	21
5.2.1.	Pilottitestien osallistujat .....	21
5.2.2.	Pilottitestien kulku .....	22
5.2.3.	pilottitestien tulokset .....	22
5.3.	Osallistujat .....	23
5.4.	Tutkimusvälineistö ja tekniset asetukset.....	24
5.5.	Tutkimuksen kulku .....	28
6.	Tulokset .....	31
6.1.	Tulosten raportointi.....	32
6.2.	Kyselylomakkeiden tulokset .....	37
6.3.	Haastattelu.....	43
7.	Pohdinta ja johtopäätökset.....	45
7.1.	Johtopäätökset.....	45
7.2.	Jatkotutkimusideat .....	47
8.	Lähdeluettelo .....	48

Liitteet

Liite 1: Suostumuslomake

Liite 2: Taustatietolomake

Liite 3: Kyselylomake

Liite 4: Kyselylomake

Liite 5: Haastattelurunko

## 1. Johdanto

Katse on yksi ihmisen luonnollisista vuorovaikutustavoista. Puhuessa katsomme yleensä toista ihmistä silmiin. Katseen avulla voimme välittää ja tehostaa tunteitamme. Saamme tietoa ympäröivästä maailmasta katseen avulla. Katse toimii myös apuvälineenä, ilmaisemaan muille mihin huomiomme on kiinnittynyt. Katse on erittäin tehokas vuorovaikutuskeino myös ihmisen ja tietokoneen välillä, koska normaalisti ihminen katsoo tietokoneen näyttöä ollessaan vuorovaikutuksessa tietokoneen kanssa. Yksi keskeisimpiä vuorovaikutustilanteita ihmisen ja koneen välillä on sähköisen tekstin lukeminen näytöltä [Sharmin et al., 2013]. Lukiessamme sähköistä tekstiä tai etsiessämme sivulta haluttua tietoa, meidän täytyy vierittää tekstiä tai sivua. Manuaalisessa vierityksessä käytössämme on useita erilaisia tekniikoita. Tunnetuimpia manuaalisia vieritystapoja ovat kosketuslevyn, näppäimistön sekä hiiren näppäimen ja vieritysrullan käyttö. Välttyäksemme näiltä usein toistuvilta manuaalisilta toiminnoilta on kehitetty automatisoituja vieritystekniikoita. Automatisoitu vieritystekniikka voi esimerkiksi hyödyntää katseenseurantaa.

Katseella tapahtuvaa vieritystä ei ole juurikaan tutkittu, vaikka katseenseurannalla (*eye tracking*) on pitkä historia. ”Katseenseuranta on menetelmä, jolla kerätään tietoa käyttäjän silmänliikkeistä” [Lehtinen, 2005]. Katseenseuranta perustuu siihen, että ihmisen pitää suunnata silmä (pupilli ja fovea) kohteeseen nähdäkseen tarkasti [Majaranta, 2012]. Katseenseurantalaitteen avulla voidaan muuttaa käyttäjän katse kursorin liikkeeksi, näin käyttäjä pystyy kommunikoimaan tietokoneen kanssa pelkän katseen avulla. Katseenseurantalaitteet ovat olleet fyysisesti rajoittuneiden käyttäjien käytössä ja tutkimustyötä on tehty paljon esimerkiksi katseella kirjoittamisen parissa sekä katseen toimimisesta syötemenetelmänä. Katseenseurantalaitteita ei ole ollut laajalti käytössä aikaisemmin, koska ne ovat olleet kalliita sekä vaikeakäyttöisiä. Huomattava katseenseurantalaitteiden kehitys sekä laitteiden hinnan lasku on tuonut ne lähemmäs tavallista käyttäjää. Nykyään on mahdollista ladata netistä ohjelmisto, mikä muuttaa tavallisen web-kameran yksinkertaiseksi katseenseurantalaitteeksi. Matkapuhelimien muututtua pieniksi kämmentietokoneiksi eli älypuhelimiksi, on alettu kehittämään ja tutkimaan myös matkapuhelimien mahdollisuutta toimia katseen avulla. Esimerkiksi Samsung S4:ssä on tekniikka, mikä perustuu puhelimen etupuolella olevaan kameraan. Kamera tunnistaa puhelimen edessä näkyvät kasvot. Tämän ansiosta puhelin osaa sammuttaa näytön, kun sitä ei tuijoteta. [ExtremeTech] Tekniikka on kuitenkin kömpelö eikä mahdollista monimutkaisempia sovelluksia. Katseen tietoinen käyttäminen tietokoneen tai puhelimen ohjaamiseen ei kuitenkaan ole täysin ongelmaton. ”Käyttäjän aikomusten päättely pelkän katseen perusteella on haasteellista: onko kyse yleisestä havainnointitapahtumasta vai tietoisesta kohteen valitsemisesta katseella?” [Majaranta, 2012].

Katseella tapahtuvasta vierityksestä on tehty muutamia tutkimuksia. Katseella tapahtuva vieritys voi perustua katse-oleilla vierittämiseen tai olla tasaista asteittain etenevää vieritystä. Näyttö voidaan jakaa aktiivisiin vieritys-alueisiin sekä yhteen tai useampaan staattiseen alueeseen.

Ihmisten lukemistapoja ja lukunopeutta on tutkittu jonkin verran ja näitä on pyritty jäljittelemään katse-perusteisessa vierityksessä (esimerkiksi Sharmin et al [2013]).

Kumar ja Winograd [2007] esittelevät tutkimuksessaan kolme erilaista vieritystekniikkaa, joissa vieritys alkaa tai pysähtyy riippuen käyttäjän katseen paikasta. He kehittivät katsemerkin (*GazeMarker*) vierityksen avuksi. Katsemerkin avulla käyttäjä ei kadota kohtaa mihin hän jäi ennen vierityksen alkamista. Kangas ja muut [2014] tutkivat matkapuhelimella katse-elein toteutettua vieritystä. Katse-eleiden käyttöön oli yhdistetty värinäpalaute. Nämä edellä mainitut tutkimukset ovat muun muassa olleet taustatietona ja pohjana omalle tutkimukselleni.

Ihminen on multimodaalinen toimija. Käytämme kosketusta yhdessä näön kanssa käyttäessämme erilaisia esineitä [Hapimm, 2014]. Tässä tutkielmassa tutkitaan katseella toimivaa automaattista tekstin vieritystä, johon on yhdistetty tuntopalaute. Käyttäjä saa tuntopalautteen heti kun hänen katseensa osuu aktiiviselle vieritysalueelle. Jos käyttäjän katse on viiveajan jälkeen edelleen vieritysalueella, teksti tai sivu alkaa automaattisesti vieriä alas tai ylöspäin riippuen käyttäjän katseen paikasta. Ideana on, että tuntopalaute auttaa käyttäjää löytämään vieritysalueet helpommin ja auttaa oppimaan vieritysalueiden rajat nopeammin. Tuntopalaute antaa myös mahdollisuuden peruuttaa toiminnon eli alkavan vierityksen. Tuntopalaute annetaan kun katse ylittää vieritysalueen rajan. Jos käyttäjä ei halua vieriä tekstiä tai vaihtaa sivua, hän voi palata heti tuntopalautteen saadessaan takaisin näytön staattiselle alueelle ja näin peruuttaa alkamassa olleen toiminnon.

Kumar ja Winograd [2007] listaavat tutkimuksessaan kaksi ongelmaa, jotka pitäisi huomioida suunniteltaessa katseeseen perustuvaa vieritystä: Midaksen kosketus -ongelma ja nopeus, millä sivua tai tekstiä vieritetään. Tässä tutkimuksessa Midaksen kosketus -ongelma ratkaistaan käyttämällä vierityksen alkamisessa viiveaikaa, tällä pyritään välttämään virheellisiä komentoja. Vieritysnopeus säädettiin samaksi kaikille osallistujille pilottitestien perusteella. Vieritysnopeuden pitää olla sopiva lukutehtäviin sekä tiedon etsimistehtäviin. Tutkimuksessa ei tutkita kuitenkaan vieritysnopeutta. Tutkimuksen päätarkoitus on tutkia miten tuntopalaute, jonka käyttäjä saa kun hänen silmänsä osuvat vieritysalueella, vaikuttaa käyttäjän katsekäyttäytymiseen. Häiritseekö tämä tuntopalaute käyttäjän lukemista tai vaikeuttaako se käyttäjän keskittymistä tehtäviin.

Tutkimukseen osallistui yhteensä 12 henkilöä, joista kukin suoritti yhteensä 18 tehtävää, tehtävät oli jaettu kolmen erilaisen kondition kesken. Yhdessä konditiossa käyttäjälle ei annettu tuntopalautetta alkavasta vierityksestä, toisessa konditiossa käyttäjä sai lyhyen värinäpalautteen alkavasta vierityksestä ja kolmannessa konditiossa osallistuja sai kestoltaan pidemmän värinäpalautteen aktuaattorista. Jokaiselta osallistujalta kerättiin silmänliikkeistä tieto talteen ja saatujen tietojen avulla tutkittiin, vaikuttiko tuntopalaute heidän katsekäyttäytymiseen. Oletuksena oli, että käyttäjä joko jatkaa lukemistaan normaalisti alaspäin tai hän häiriintyy tai pelästyy tuntopalautetta ja hänen katseensa ”hyppää” näytöllä eri paikkaan. Tarkoituksenani oli selvittää myös pitääkö käyttäjä tuntopalautetta tarpeellisena ja millaisen varoituksen käyttäjä haluaisi saada katseella tapahtuvasta vierityksestä. Käyttäjien käyttökokemuksia analysoitiin kyselylomakkeista ja haastattelusta saatujen vastausten perusteella.

Tämän tutkielman toisessa luvussa kerrotaan lyhyesti silmän toiminnasta ja katseen muodostumisesta. Luvussa kerrotaan myös katseenseurannan historiasta, tekniikoista sekä katseenseurannan peruskäsitteistä. Kolmannessa luvussa käsitellään katseella tapahtuvaa vieritystä aiemmin tehtyjen tutkimusten avulla. Luvussa neljä esitellään lyhyesti ihmisen tuntoaistia sekä tuntopalautteen käyttöä vuorovaikutteisissa käyttöliittymissä. Luvussa viisi esitellään käyttämäni tutkimusmenetelmä ja kuudennessa luvussa saadut tulokset. Luku seitsemän sisältää tutkimuksen pohjalta tehdyt päätelmät ja jatkokehitysideat.

## **2. Katse ja katseenseuranta**

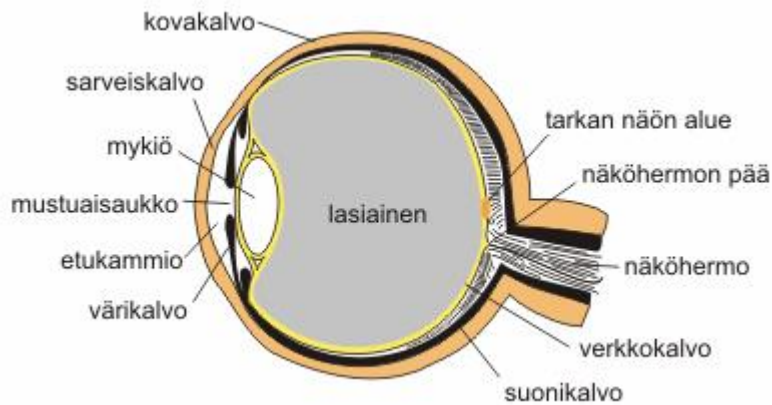
Tässä luvussa kerrotaan katseesta ja katseenseurannasta. Luvussa 2.1. esitellään silmän rakenne ja toiminta lyhyesti sekä kerrotaan kuinka katse muodostuu. Luvussa 2.2. käydään läpi katseenseurannan historiaa ja esitellään tunnetuimpia katseenseurannan tekniikoita. Katseenseurantalaitteiden kalibrointi esitellään kohdassa 2.3. Luvussa 2.4. käydään läpi katseenseurantalaitteiden ongelmia sekä esitellään ratkaisuja yleisimpiin ongelmiin.

### **2.1. Silmän rakenne ja toiminta**

Näköaisti on yksi ihmisen tärkeimmistä aisteista, sillä ihminen saa suurimman osan ympäristön informaatiosta näköaistinsa kautta. Valo on sähkömagneettista säteilyä. Valo on myös ainoa aallonpituusalue (397–723 nm), jonka ihminen pystyy havaitsemaan omilla aisteillaan. [Hiltunen et al., 2006] Silmä vastaanottaa asioista ja esineistä heijastuvan valon ja käsittelee sen. Silmään tuleva valo läpäisee ensin sarveiskalvon eli kornean. Sarveiskalvo on silmämunan etummainen, läpinäkyvä ja verisuoneton osa, joka suojaa silmän etuosaa vammoilta ja tulehduksilta. Sarveiskalvon toinen päätehtävä on taittaa valoa, jonka jälkeen valo läpäisee mustuaisen eli pupillin. Pupilli säätelee verkkokalvolle pääsevän valon määrää, se laajenee hämärässä valaistuksessa ja pienenee kirkkaassa valossa [Lehtinen, 2005].

Mykiö eli linssi tarkentaa kuvan silmän takaosaan verkkokalvolle [Rosenzweig et al., 1999]. Verkkokalvolla on kahden tyyppisiä näköreseptoreita: sauvasoluja sekä tappisoluja. Kummassakin silmässä on yli 100 miljoonaa sauvaa, jotka eivät osallistu värien näkemiseen, mutta ne toimivat hämärässä valaistuksessa. Tappeja on yli 5 miljoonaa ja niiden avulla ihminen näkee värejä. [Hiltunen et al., 2006] Tappisoluja on kolmenlaisia: siniherkkiä, viherherkkiä ja punaherkkiä. Verkkokalvon keskikuoppa eli fovea on ympäristöineen tarkan näkemisen alue, jota kutsutaan keltatäpläksi. Keskikuopan keskustassa on vain tappeja. Alueelta puuttuvat myös verisuonet, jotka voisivat haitata tarkkaa näkemistä. Silmän näköhermon lähtökohdassa on sokea alue, jossa ei ole reseptorisoluja. Molemmilla silmillä katsottaessa näkökentässä ei ole puutosta, sillä sokeat alueet ovat eri kohdissa näkökenttää. Kuva piirtyy verkkokalvolle väärinpäin. Reseptorit muuntavat

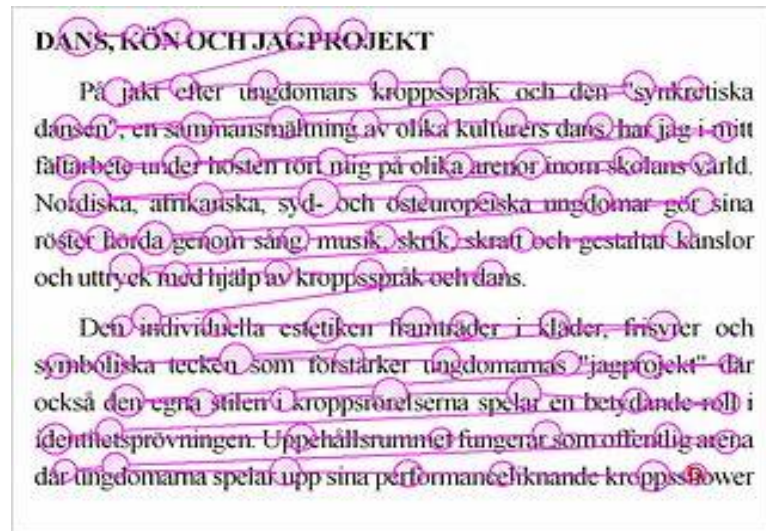
lopulta kuvan elektronisiksi signaaleiksi, jotka näköhermo siirtää aivoihin [Dix et al., 2004]. Aivoissa kuva kääntyy oikeinpäin. Kuvassa 2.1 on esitetty silmän rakenne.



**Kuva 2.1.** Silmän rakenne [Lehtinen, 2005]

Silmänliikkeet koostuvat kiinnittymisistä ja hypähdyksistä. Silmällä on taipumus tarkentaa kiinnostuksen kohteeseen lyhyeksi aikaa. Katse tarkoittaa kokonaiskatsetta, mikä on kohdistettu kohteeseen. Katseen kiinnittyminen eli fiksaatio vaihtelee kestoltaan noin 200 millisekunnin ja 600 millisekunnin välillä [Jakob & Karn, 2003; Majaranta, 2009]. Katse voi sisältää useita fiksaatioita. Fiksaatioiden välissä tapahtuvaa nopeaa hypähtelyä kohteesta toiseen kutsutaan silmien sakkadiseksi liikkeeksi. Sakkadien aikana molemmat silmät liikkuvat samansuuntaisesti ja yhtä aikaa. Sakkadien tyypillinen kesto on noin 30-120ms. [Hiltunen et al., 2006; Majaranta, 2009] Nopeiden sakkadisten hyppyjen aikana ihminen ei näe mitään. Ihminen näkee ainoastaan silloin, kun katse on kohdistunut johonkin. [Hiltunen et al., 2006] Hypähdysten eli sakkadien lisäksi silmät voivat seurata tasaisesti liikkuvaa kohdetta. Nämä hitaat tavoittelevat silmänliikkeet (*smooth pursuit*) ovat tahdosta riippumattomia. Näiden silmänliikkeiden avulla kohde pystytään pitämään vakaana verkkokalvolla. Katsepolku (*gaze path*) tarkoittaa silmänliikkeitä, joilla käyttäjä käsittelee nähtyä kohdetta. Sarja fiksaatioita ja sakkadeja muodostaa katsepolun (ks. kuva 2.2) [Lehtinen, 2005].





**Kuva 2.2.** Katsepolun fiksaatiot ja niitä yhdistävät sakkadit tekstiä luettaessa (kuva: [http://en.wikipedia.org/wiki/Eye\\_tracking](http://en.wikipedia.org/wiki/Eye_tracking)).

Luettaessa tekstiä 94 prosenttia ajasta menee fiksaatioihin. Ihminen ei lue sanoja kerrallaan vaan sanat tunnistetaan muodon avulla. Ihminen pystyy lukemaan ja tunnistamaan sanoja vaikka osa sanaan kuuluvista kirjaimista puuttuisi kokonaan. Tutkimuksissa on havaittu myös, että ihminen pystyy tunnistamaan sanoja yhtä nopeasti kuin yksittäisiä kirjaimia. [Dix et al., 2004; Špakov, 2008]

## 2.2. Katseenseurannan historiasta ja tekniikoista

”Katseenseuranta on menetelmä, jolla kerätään tietoa käyttäjän silmänliikkeistä” [Lehtinen, 2005]. Katseenseurantalaite mittaa silmänliikkeitä ja sijaintia. Katseenseuranta on saanut alkunsa 1800-luvulta. Javal seurasi koehenkilöidensä silmänliikkeitä jo vuonna 1878 [Jakob & Karn, 2003]. 1900-luvun alussa ensimmäiset katseenseurantalaitteet olivat vaikeakäyttöisiä ja saattoivat aiheuttaa jopa kipua käyttäjälleen. Ensimmäinen katseenseurantalaite muodostui silmän pinnalle asetettavasta kuppimaisesta piilolinssiä muistuttavasta välineestä, jossa oli reikä pupillia varten. Piilolinssi oli kiinnitetty alumiiniseen osoitimeen, mikä liikkui silmän liikkeen mukaisesti. [Tobii Technology, 2014; Jakob & Karn, 2003] Myöhemmin 1900-luvulla katseenseurannassa alettiin käyttää apuna valokuvaustekniikkaa ja elokuvausteknologiaa. Silmän fiksaatioita tutkittiin heijastamalla valoa sarveiskalvolta valokuvauslevylle. Tällä menetelmällä saatiin silmäliikkeiden ajallisia kestoja tallennettua. Näiden tekniikoiden ansiosta katseenseurantalaiteista saatiin parempia. 1930-luvulla Tinker ja hänen kollegansa kuvasivat koehenkilön silmää hänen lukiessaan [Jakob & Karn, 2003]. Videon perustuvassa katseenseurannassa laitteet olivat käyttäjästä irrallisia tai päähän kiinnitettäviä [Lehtinen, 2005]. Ensimmäinen päähän kiinnitettävä katseenseurantalaite kehitettiin

1948 [Jakob & Karn, 2003]. Laitteiden ansioista käyttäjät pystyivät vapaasti liikkumaan ja koetilanteista saatiin luonnollisempia. Kuvassa 2.3. vasemmalla on päähän kiinnitettävä EyeLink-katseenseurantalaite. Oikealla (kuvassa 2.3.) EyeLink-katseenseurantalaite seuraa käyttäjän katsetta hänen lukiessaan tekstiä näytöltä.



**Kuva 2.3.** Päähän kiinnitettävä katseenseurantalaite EyLink (kuvat: <http://www.uta.fi/sis/tauchi/virg/laboratory.html>).

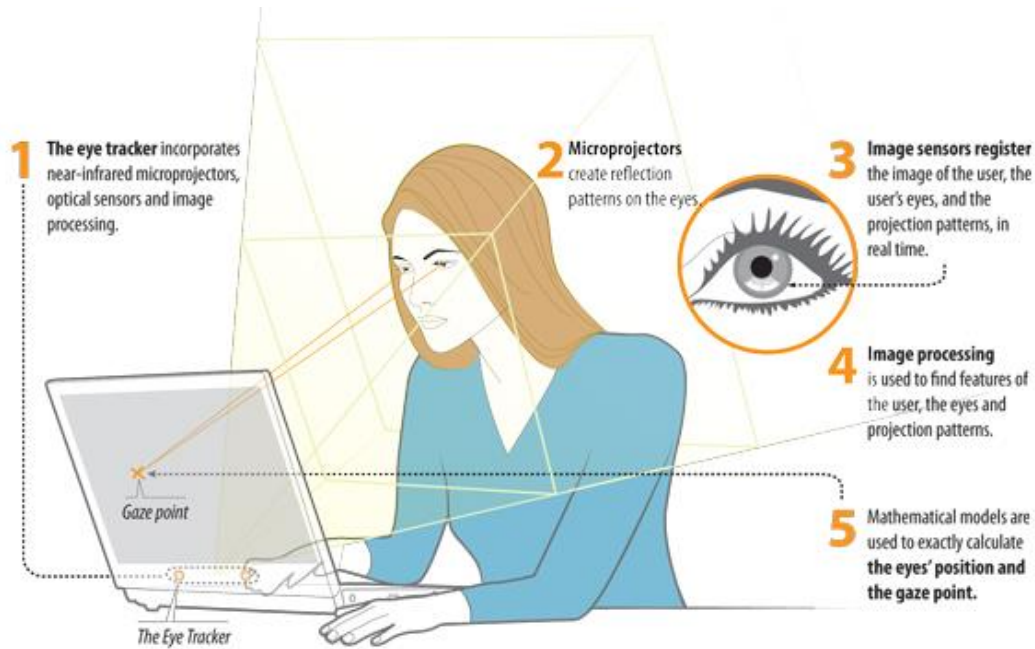
Katseenseurantatekniikat voidaan luokitella kolmeen erilaiseen luokkaan: Elektro-okulografiaan eli EOG:hen (*electrooculography*), video-okulografiaan eli VOG:hen (*video-oculography*) sekä piilolinssitekniikkaan (*scleral contact lens technique*). Piilolinssitekniikassa silmän kovakalvolle laitetaan piilolinssi tai induktiokäämi [Duchowski, 2007]. Tämä tekniikka on tarkka, mutta vaatii laajaa fyysistä kosketusta silmään. Linssin asettamisessa täytyy olla tarkka ja huolellinen.

Elektro-okulografiassa silmänliikkeitä seurataan asettamalla elektrodeja silmää ympäröiviin lihaksiin. Elektrodeilla mitataan sähköpotentiaalien eroja silmää ympäröivästä ihosta. [Duchowski, 2007; Lehtinen, 2005]. Kuvassa 2.4. on EOG tekniikkaan perustuva katseenseurantalaite. Käyttäjän kasvoihin lähelle silmiä on asetettu viisi elektrodi, jotka mittaavat ihon sähköpotentiaaleja. Tekniikka ei vaadi esteetöntä näkymää silmään, mutta vaatii kuitenkin ihokontaktin, joten tekniikka ei ole paras mahdollinen [Gips & Olivieri, 1996].



**Kuva 2.4.** EOG tekniikalla toimiva katseenseurantalaite EagleEyes projektista  
[Gips & Olivieri, 1996]

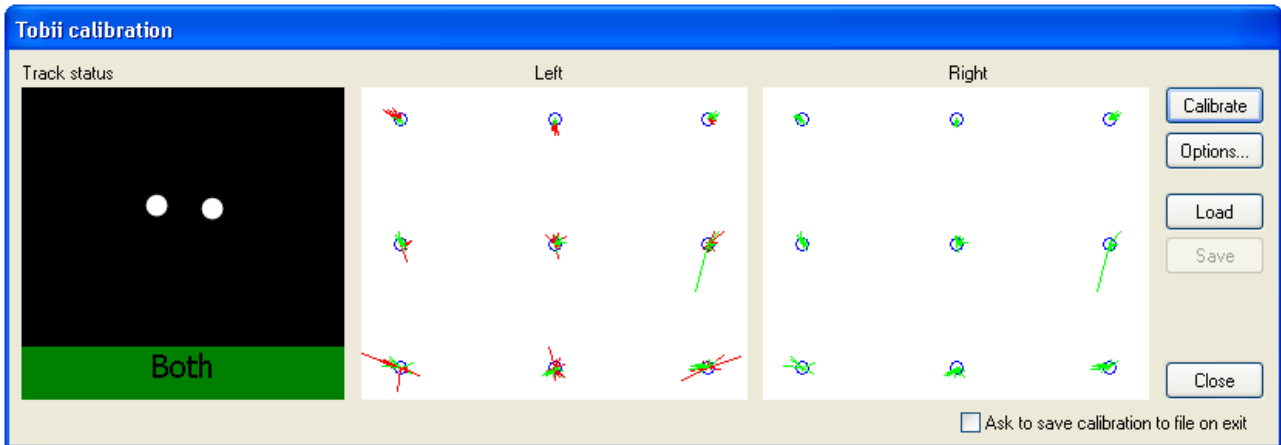
Nykyäänkin suosituimmat katseenseurantalaitteet käyttävät apunaan valokuvaus ja videoteknologiaa. Videoperusteinen katseenseurantalaite mittaa käyttäjän pupillin keskipisteen sijaintia. Jotta laitteen avulla saataisiin mahdollisimman luotettavia tuloksia, käyttäjän on pidettävä pää paikoillaan. Tämän vuoksi apuna on alettu käyttämään näkymätöntä infrapunavaloa, joka ei häiritse käyttäjää [Donegan et al., 2005]. Kuva 2.5. kuvaa tilannetta, jossa käyttäjän silmiin suunataan infrapunavaloa, jonka heijastus havaitaan käyttäjän sarveiskalvolla valopisteenä. Piste pysyy suunnilleen samassa paikassa riippumatta katseen suunnasta. Heijastuksen avulla pystytään kompensoimaan päänliikkeitä niin, että katseenseurannan tarkkuus pysyy hyvänä, vaikka käyttäjä liikuttaisi päätään [Tobii Technology, 2014]. Pupillia ja sarveiskalvolta saatavaa heijastusta kuvataan kameralla ja videokameralla, tietokone analysoi tiedot ja laskee niiden sijaintien perusteella käyttäjän katseen koordinaatit näytöllä. Tobii katseenseurantalaitteen silmänliikkeiden seuraaja (*The Eye Tracker*) on näytön alalaidassa (katso kuva 2.5.). Tutkimuskäytössä on kuitenkin vielä järjestelmiä, jotka vaativat linssin asettamista silmään ja pään tukemista. Näitä järjestelmiä tarvitaan, jotta laite rekisteröisi pienimmätkin silmänliikkeet, kuten mikrosakkadit joita tapahtuu myös fiksaation aikana.



**Kuva 2.5.** VOG:hen perustuva tekniikka, missä käyttäjän silmiin heijastetaan infrapunavaloa (kuva:[http://www.xbitlabs.com/news/multimedia/display/20130102211908\\_Tobii\\_Technology\\_to\\_Demo\\_Consumer\\_Class\\_Eye\\_Tracking\\_and\\_Gaze\\_Interaction\\_System.html](http://www.xbitlabs.com/news/multimedia/display/20130102211908_Tobii_Technology_to_Demo_Consumer_Class_Eye_Tracking_and_Gaze_Interaction_System.html))

### 2.3. Kalibrointi

Jotta katseenseurantalaite voisi seurata mahdollisimman tarkasti katsetta, se täytyy kalibroida jokaiselle käyttäjälle sopivaksi. Pupillin koko, pään liikkeet sekä käyttäjän etäisyys vaikuttavat käyttäjän silmän liikkeiden mittaamiseen ja katseen suunnan analysointiin. Usein kalibrointi tapahtuu näyttämällä käyttäjälle pisteitä, jotka ilmestyvät yksitellen eri puolelle näyttöä. Käyttäjän täytyy seurata pisteitä ja katsoa näitä tietyn aikaa. Kun käyttäjä katsoo pisteitä katseenseurantalaitteen kamera ottaa silmistä kuvia, joissa näkyy pupillin sijainti ja infrapunavalon heijastus. Kuvien perusteella tietokone laskee näytön koordinaatit, sen perusteella minne käyttäjä milloinkin katsoo. [Majaranta & Rähä, 2007] Kuva 2.6. on tutkimuksestani. Kuvassa 2.6. on hyvin näkyvissä osallistujan molemmat silmät sekä kalibroinnista saatu tulos.



**Kuva 2.6.** Vasemmalla on Tobii T60 katseenseurannan tila, missä osallistujan molemmat silmät näkyvät näytöllä. Kesimmäisessä kuvassa on molempien silmien kalibroinnista saatu tulos. Oikealla on näkyvissä kalibroinnin tulos erikseen oikeasta silmästä.

Kalibroinnin jälkeen katseenseurantalaite on heti tarkka, mutta jonkin ajan kuluttua katseen mitattu paikka ajautuu (*drifting*) kauemmas todellisesta katseen paikasta [Majaranta, 2009]. Katseen paikantamistarkkuuden heikentymisen aiheuttavat muutokset silmän ominaisuuksissa, mitkä johtuvat pääosin pupillin koon muutoksista. Virhettä kasvattavat myös laajat päänliikkeet, jotka saattavat muuttaa etäisyyttä kamerasta kesken katseenseurannan. Jotkin katseenseurantalaitteet kuitenkin pystyvät estämään ajautumista keräämällä tietoa molempien silmien liikkeistä. Tällöin katseenseurantalaite pystyy jatkamaan datan keräämistä, vaikka se kadottaisikin toisen silmän. Esimerkiksi Tobiin seurantalaite kerää tietoa molemmista silmistä ja minimoi näin ajautumis-efektiä [Tobii Technology, 2014]. Kalibrointi on työlästä ja väsyttävää. Molemmilla silmillä mahdollisimman tarkasti suoritettu kalibrointi säästää käyttäjää jatkuvalla uudelleen kalibroinnilta [Majaranta, 2009].

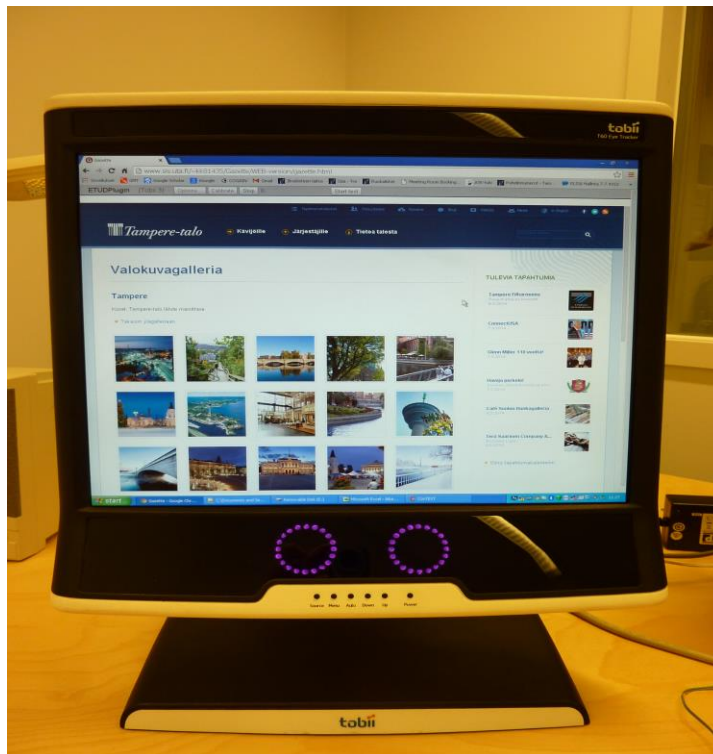
#### 2.4. Katseenseurantalaiteiden ongelmia

Katseenseurantalaiteita käyttäessä on huomioitava näkökykyyn liittyviä asioita. Ongelmia voi aiheutua, jos sarveiskalvo ei heijasta tarpeeksi valoa, tällöin myöskään infrapunavalo ei heijastu sarveiskalvolta. Ongelmatilanteita luo myös virheellisesti heijastuva valo osallistujan kasvoilta. Käyttäjän silmälasit tai piilolinssit saattavat heijastaa virheellisesti valoa ja näin hämäävät laitetta. [Schnipken & Todd, 2000] Usein piilolinssit aiheuttavat kalibroinnin pysymiselle enemmän haittaa kuin silmälasit. Tämä johtuu siitä, että piilolinssit voivat liikkua silmässä, jonka seurauksena heijaste tulee piilolinssin eikä silmän pinnalta. Vähäinen kontrasti silmän värikalvon eli iiriksen ja pupillin välillä saattaa myös olla ongelmallinen. Näin voi käydä käytettäessä esimerkiksi värillisiä piilolinsejä.

Katseenseurannan onnistumiseen vaikuttaa lisäksi pupillin koko. Katseenseurantalaiteiden on vaikea määrittää pupillin keskipiste, jos käyttäjän pupilli on pienikokoinen [Lehtinen, 2005].

Laaja pupilli voi osaltaan aiheuttaa ongelmia, jos pupilli peittyy osittain silmäripsien tai silmäluomien alle [Majaranta, 2009]. Näin voi käydä esimerkiksi, jos kamera on asetettu liian alas tai ylös suhteessa käyttäjään.

Ihminen räpäyttää silmiään noin kymmenen kertaa minuutissa, silmän kuivussa silmän räpsyttely lisääntyy. Katseenseurantalaitetta käyttäessä silmä saattaa kuivua ja rasittua, mikä voi aiheuttaa liiallista silmän räpsyttelyä. Liiallinen räpsyttely häiritsee katseenseurantalaitetta. [Lehtinen, 2005; Schnipken & Todd, 2000]. Katseenseurantalaitteen saattaa olla vaikea tunnistaa pupillin liikkeitä, jos käyttäjällä on vahva silmämeikki [Schnipke & Todd, 2000]. Näitä ongelmia voidaan kuitenkin ennakoida ja minimoida huolellisilla järjestelyillä sekä muuttumattomilla testausolosuhteilla. Tärkeää on minimoida muutokset valoisuudessa ja asettaa katseenseurantalaite niin, että käyttäjän silmät ovat hyvin näkyvissä [Goldberg & Wichansky, 2003]. Esimerkkinä kuvassa 2.7. on Tobii T60, katseenseurantalaite, minkä optimi käyttöetäisyys käyttäjän silmistä on noin 60 cm [Tobii Technology, 2014]. Kuvassa 2.7. on näkyvissä Tobii T60 katseenseurantalaitteen silmänliikkeiden seuraaja koneen alareunassa. Todellisessa testitilanteessa Tobii T60 katseenseurantalaitteen alareuna on musta, eikä käyttäjä näe silmänliikkeiden seuraajaa yhtä selvästi kuin kuvassa 2.7.



**Kuva 2.7.** Tutkimuksessa käytetty katseenseurantalaite Tobii T60



Katsekäyttöliittymien yleisenä haasteena koetaan Midaksen kosketus (*Midas Touch*) -ongelma, joka syntyy katseen tavanomaisesta hyppelystä ja harhailusta, tällöin tietokone saattaa tulkita käyttäjän katseen virheellisesti valinnaksi. Viiveajan käytöllä pystytään ehkäisemään Midaksen kosketus -ongelmaa [Majaranta, 2009; Skovsgaard et al., 2011]. Katseen täytyy siis kestää pidempään kuin tyypillisesti fiksaatio kestää (katso luku 2.1.), jotta valinta hyväksytään. Tyypillisesti tutkimuksissa käytetyn viiveajan pituus on 500 ja 1000 millisekunnin väliltä [Hansen et al., 2003; Istance et al., 1996; Majaranta & Räihä, 2002]. Viiveaika on kuitenkin käyttäjäkohtainen. Esimerkiksi noviisille eli aloittelevalle käyttäjälle pidempi viiveaika on parempi kuin tottuneelle katseenseurantalaitteen käyttäjälle. Kuitenkin 800 millisekuntia pidempi viiveaika koetaan epämiellyttäväksi käytössä, koska sen usein rikkovat silmänräpäytykset tai sakkadit [Stampe & Reingold, 1995]. Toisaalta taas liian lyhyt viiveaika saattaa lisätä virhevalintoja.

Yksi ratkaisu Midaksen kosketus -ongelmaan on käyttää rajattuja valinta-alueita näytöllä. Rajatut valinta-alueet ovat alueita näytöllä, joissa toimintoja suoritetaan katseella. Rajattuihin valinta-alueisiin on hyvä myös liittää joko viiveaika tai jokin muu keino varmistaa katseella suoritettu valinta. Esimerkiksi Ohno [1998] kehitti metodin, jossa käytettiin kaksiosaista valintapainiketta. Valintapainike oli jaettu komento- sekä valinta-alueeseen. Käyttäjän ensimmäisellä lyhyellä fiksaatiolla määritettiin komennon nimi tai tyyppi komentoalueelle ja tämän jälkeen valinta piti vahvistaa siirtämällä katse valinta-alueelle. Myös katseella tapahtuvassa vierityksessä on käytetty apuna aktiivisia katseeseen reagoivia alueita, mitkä käynnistävät tekstin tai sivun vierityksen (ks. luku 3.1). Täytyy myös muistaa, että katse on aina ”päällä”, joten on hyvä luoda käyttäjälle niin sanottu taukopaikka, missä hän voi vapaasti katsella ilman pelkoa virheellisistä valinnoista.

### **3. Katseella tapahtuva vieritys**

Tässä luvussa käydään läpi katseeseen perustuvan vierityksen taustaa sekä esitellään erilaisia tapoja vierittää katseella. Kohdassa 3.1. esitellään automaattisen, katseeseen perustuvan vierityksen taustaa jo olemassa olevien tutkimusten avulla. Seuraavaksi luvussa 3.2. käsitellään katseella sivuttain tapahtuvaa objektien vieritystä näytöllä. Luvussa 3.3 kerrotaan katse-leistä, joita voidaan myös käyttää katseella toimivan vierityksen apuna.

#### **3.1. Katseeseen perustuvan vierityksen taustaa**

Yksi tavallisimmista vuorovaikutustilanteista ihmisten ja tietokoneiden välillä on sähköisten tekstien lukeminen näytöltä sekä tiedonhaku. Pitkiä tekstejä lukiessa tai Internet sivuja selattaessa tarvitsee vierittää (*scrolling*) sivua tai tekstiä alas- sekä ylöspäin. Tunnetuimpia manuaalisia vieritystapoja ovat näppäimistön sekä hiiren näppäimen ja vieritysrullan (*wheel*) käyttö. Näitä vieritystapoja käyttäessään käyttäjä vierittää tekstiä tai sivua painaen näppäimistön nuolinäppäintä

tai käyttäen apunaan hiiren vieritysrullaa tai painiketta. Myös kosketuslevyn käyttö on yleistynyt vieritystapa [Sharmin et al., 2013]. Välttyäksemme manuaalisilta usein toistuvilta toiminnoilta, automaattisia vieritystekniikoita on toteutettu monin eri tavoin. Näistä vieritystekniikoista osa liittyy katseenseurantaan. On hyödyllistä saada visuaalista tietoa silmänliikkeistä luettaessa. Näin voimme tehostaa esimerkiksi lähdetekstin kontekstia kuvin, käänöksin tai tarvittavin lisäselityksin. Tästä hyvä esimerkki on Biedertin ja muiden [2010] kehittämä älykäs teksti 2.0 (*text 2.0*). Teksti 2.0 on interaktiivinen teksti, jonka katseenseuranta mahdollistaa. Teksti seuraa lukijan katsetta reaaliajassa. Jos lukijan katse harhailee, interaktiivinen teksti opastaa lukijan ilmestyvän nuolen avulla oikeaan kohtaan tekstiä. Interaktiivinen teksti huomaa myös, jos osallistuja lukee uudelleen samaa kohtaa tekstistä ja tarjoaa tällöin käyttäjälle sanojen käänöksen tai lisäselvityksen. Interaktiivinen teksti pystyy näyttämään lukijalleen reaaliajassa tekstin sisältöön liittyviä kuvia.

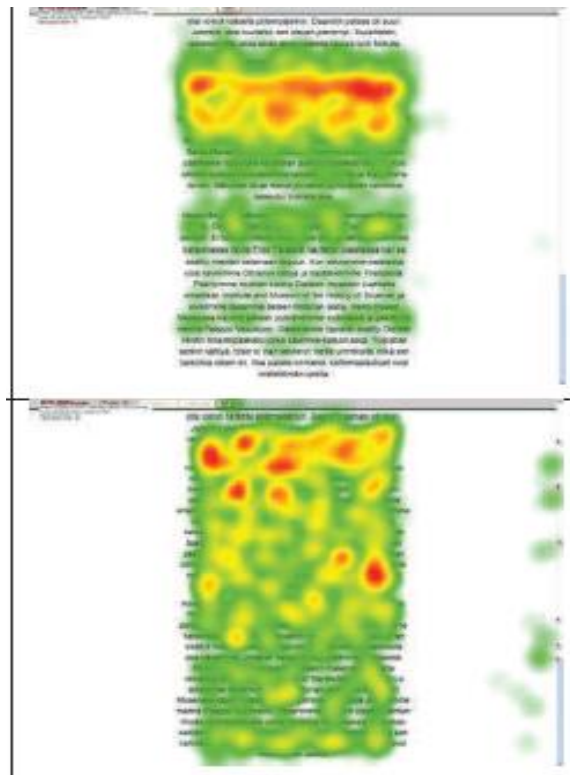
Katseella tapahtuvaa automaattista vieritystä on tutkittu todella vähän. Suunniteltaessa järjestelmää, jonka vieritystekniikka perustuu katseeseen, täytyy ottaa huomioon luvussa 2.4 mainittu Midaksen kosketus -ongelma sekä vieritysnopeuden säätäminen sopivaksi [Kumar & Winograd, 2007]. Katseella toimivassa vierityksessä viiveajalla tai katse-eleillä (ks. luvut 2.4. ja 3.3.) pystytään välttämään Midaksen kosketus -ongelmaa.

Kumar ja Winograd [2007] esittivät tutkimuksessaan kolme erilaista vieritystekniikkaa, joissa käytettiin katseesta saatua informaatiota hyväksi. Kumar ja Winograd vertasivat myös näitä tekniikoita manuaaliseen sivun vieritykseen. He huomasivat tutkiessaan, että käyttäjän aloittaessa tekstin vierittämisen, hän kadottaa lukemansa kohdan useasti, mikä taas hidastaa lukemista. He kehittivät vierityksen avuksi katsemerkin (*GazeMarker*), jonka ansiosta käyttäjä ei kadota lukemaansa kohtaa vierityksen aikana. Kun käyttäjä painaa nuolinäppäintä tai käyttäjän katse on vieritysalueella, sivun alareunan ensimmäinen sana korostettiin ja vieritys alkoi. Tämä edesauttoi sitä, että käyttäjän katse seurasi korostusta luonnollisesti. Korostus hävisi hitaasti muutaman sekunnin kuluttua. Vieritys alkoi ja loppui automaattisesti riippuen käyttäjän katseen paikasta. Heillä oli tutkimuksessaan kolme erilaista vieritystekniikkaa. Yhdessä heidän käyttämässään vieritystekniikassa näyttö oli jaettu kolmeen osaan sekä vieritysnopeus säädettiin samaksi kuin käyttäjän lukemisnopeus. Tässä tekniikassa lukeminen tapahtui näytön keskiosassa. Toisessa tekniikassa näytön yläreunassa oli pysäytysalue, joka pysäytti vierityksen kun käyttäjän katse osui alueelle. Näytön alareunaan oli määritetty vieritysalue. Kun katse osui tälle alueella, vieritys alkoi ja pysähtyi vasta käyttäjän katseen palatessa yläreunassa olevalle pysäytysalueelle takaisin. Lisäksi tässä tekniikassa oli mahdollista lisätä sivun vieritysnopeutta katsomalla aivan näytön alareunaan. Kun katse nousi näytöllä ylemmäs takaisin niin sanotulle normaalille vieritysalueelle, vieritysnopeus hidastui. Kolmannessa tekniikassa käytettiin vierityksen apuna katsemerkkiä. Näytön alareunassa oli alue, josta vieritys alkoi. Kun silmät osuivat vieritysalueelle, alueen ensimmäinen sana korostettiin ja vieritys alkoi. Tässä tekniikassa sivu vieritettiin kerralla niin, että korostettu sana jäi sivun yläreunaan, eikä käyttäjän tarvinnut lukea liikkuvaa tekstiä. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että osallistujat pitivät katse-avusteista vieritystekniikkaa parempana kuin

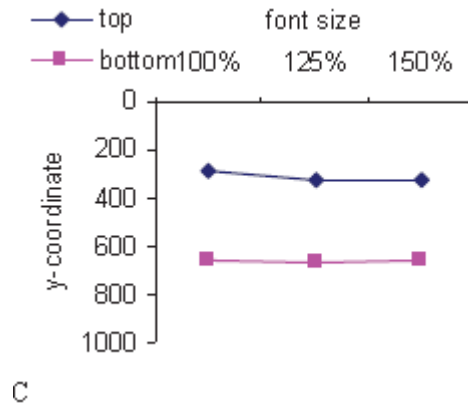


normaalia manuaalista vieritystekniikka. Muutama osallistuja koki liikkuvan tekstin lukemisen hankalaksi, mutta sanoivat pystyvänsä siihen harjoittelemalla.

Ihmisillä on erilaisia lukemistapoja sekä tottumuksia. Lukijoiden lukunopeus vaihtelee suuresti. Paikka ja koko miltä alueelta ihmiset lukevat tekstiä näyttöpäätteeltä vaihtelee lukijoiden kesken. Jotkut ihmiset ovat tottuneet lukemaan ainoastaan yhdestä osasta näyttöä kun taas toiset lukevat koko sivun ennen kuin alkavat vierittämään tekstiä alas tai ylöspäin. Sharmin ja muut [2013] käyttivät tutkimuksessaan näyttölaitteena Tobii T60 katseenseurantalaitetta, mikä keräsi käyttäjien silmänliikkeitä 17 tuuman TFT värinäytöltä (näytön resoluutio oli 1280x1024 pikseliä). Kuvassa 3.1. on kaksi lämpökarttaa käyttäjien fiksaatioista, ne kuvaavat näytön äärimmäisiä lukemialueita. He huomasivat, että suurin osa ihmisistä lukee tekstiä näytön keskiosasta, tällöin y-koordinaatin keskiarvo vaihtelee välillä 337–685 pikseliä (y:n maksimiarvon ollessa 1024 pikseliä). Kuvassa 3.2. on kuvaaja, missä näkyvät ihmisten tavanomaisimmat lukemialueiden ylä- ja alaparametrit näytöllä. Kuvan 3.2. kuvaaja osoittaa myös, että vaikka tekstin koko muuttuisikin, silti näytön lukemialueet pysyvät samoilla koordinaateilla.



**Kuva 3.1.** Ylimmässä kuvassa fiksaatiot eli lukeminen tapahtuu erittäin korkealla näyttöä ja alimmassa kuvassa on esitettyä lukemistapa, missä luetaan koko sivu ennen kuin vieritetään tekstiä. [Sharmin et al., 2013]



**Kuva 3.2.** Näytön alueen y-koordinaattien arvot, joilla lukeminen tavanomaisesti tapahtuu [Sharmin et al., 2013]

Tutkijat Sharmin ja muut [2013] yhdistivät tutkimuksessaan lukijoiden lukemistavat ja katseella toimivan tekstin vierityksen. He huomasivat tutkimuksessaan, että automaattinen katseella tapahtuva vieritys parantaa hieman lukunopeutta verrattuna manuaaliseen vieritykseen. Näytön lukemialueet pysyvät samoina riippumatta siitä kumpaa vieritystapaa käytetään. Riippumatta fontin koosta tekstin lukeminen vei enemmän aikaa manuaalista vieritystä käyttäen kuin katseella tapahtuva vieritys. Osallistujilla fiksaatioiden lukumäärä oli korkeampi, kun he vierittivät tekstiä manuaalisesti. Fiksaatioiden kestossa ei kuitenkaan huomattu merkittäviä eroja manuaalisen ja automaattisen vierityksen suhteen. Sharmin ja muut huomasivat myös, että kirjasinkoon kasvaessa ihmisillä tapahtuu enemmän katseen kiinnittymisiä kuin lukiessa pienikokoisempaa tekstiä.

### 3.2. Katseella tapahtuva sivuttainen vieritys

Zhang ja muut [2013] tutkivat katseella tapahtuvaa sivuttaista vieritystä. Heidän tutkimuksessaan näytöllä olevia objekteja vieritettiin sivuttain oikealta vasemmalle ja vasemmalta oikealle. Heidän kokeessaan käyttäjä vain käveli ison näytön eteen, missä näytön yläpuolelle tai eteen sijoitettu kamera tunnisti käyttäjän kasvot ja silmät. Kamera mittasi etäisyyden käyttäjän silmäkulmasta keskelle pupillia infrapunavalon avulla ja päätteli tästä katsoiko käyttäjä suoraan eteen, oikealle vai vasemmalle. Käyttäjän ei tarvinnut suorittaa kalibrointia eikä harjoitella vaikeita katse-eleitä ennen testiä. Kuitenkin ennen testiä käyttäjä sai suorittaa yhden harjoitustehtävän ennen varsinaisia tutkimuksen tehtäviä. Näytön reunoissa oli näkyvissä pienet nuolet, jotta käyttäjän oli helpompi kohdistaa ja kiinnittää katseensa oikeaan paikkaan. Zhang ja muut saivat positiivisia tuloksia katseella sivuttain tapahtuvasta vierityksestä.

Osallistujien mielestä vieritys oli sujuvaa ja spontaania ilman manuaalisia klikkauksia. Muutama osallistuja sanoi, että oli vaikeaa saada haluttu objekti keskelle ruutua, koska joutui

samaan aikaan katsomaan näytön reunaan vierittääkseen näyttöä. Kamera kadotti käyttäjän silmät helposti, jos käyttäjä käänsi päätään samaan suuntaan mihin aikoi vierittää objekteja. Katseella toimivat laitteet ovat herkkiä pään asennon muutoksiin niin kuin edellä (luvussa 2.3.) todettiin. Katseella toimivia vieritys- ja valintänäyttöjä voisi hyödyntää esimerkiksi isojen ostoskeskusten interaktiivisissa opastetauluissa. Interaktiivisten opastetaulujen näytöt pysyisivät puhtaampina, näin ollen katseella käytettävät näytöt olisivat hygieenisempi kuin kosketusnäytölliset opastetaulut

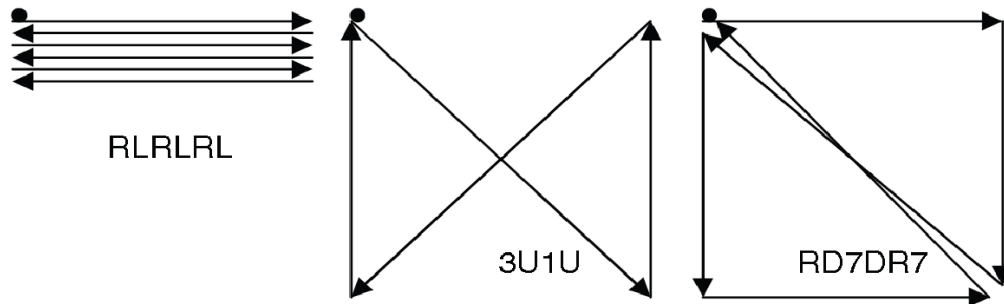
### 3.3. Katse-elein toteutettu vieritys

Tasaiselle, asteittain (*smooth*) etenevälle vieritykselle löytyy myös vaihtoehtona katse-elein toteutettu selaaminen tai vieritys. Eleet ovat suosittuja ja tavanomaisia ihmisten sekä ihmisten ja koneiden välisessä vuorovaikutuksessa. Kommunikoitessa keskenään ihmiset tiedostamattaan tai tahallisesti käyttävät myös nonverbaalia viestintää. Nonverbaalista viestintää ovat katseet, eleet, ilmeet, kosketukset, liikkeet ja vartalon asennot, äänensävyt, puheen nopeus sekä puheen voimakkuus. Vuorovaikutteisessa teknologiassa on paljon systeemejä, jotka käyttävät hiirieleitä, kynäeleitä sekä vartalon eleitä hyväkseen vuorovaikutuksessa koneen kanssa.

Katse-eleitä on luotu ratkaisuksi katseenseurannan ongelmiin, muun muassa luvussa 2.4. mainittuun Midaksen kosketus -ongelmaan, epätarkkuuteen sekä katseen toimimiseen pääasiassa tiedon vastaanottajana ei syötteenä [Drewes & Schmidt, 2007]. Katse-eleiden avulla voidaan suorittaa valintoja tai kirjoittaa. Katse-eleet ovat myös yksi tapa selata näytöltä tai kuvasta toiseen. Katse-eleiden avulla voidaan vierittää sivuja ja tekstejä alas- ja ylöspäin sekä palata edelliseen näyttöön tai vastaavasti jatkaa seuraavaan näyttöön (ks. luku 4.5). Käyttäjä liikuttaa silmiään tietyn kaavan mukaisesti, muodostaen tietyn kuvion, mikä tulkitaan komennoksi tai valinnaksi. Katse-eleet voivat myös ylittää näytön reunan ja aktiivinen alue voi olla näytön ulkopuolella. Esimerkiksi Juang ja muut [2005] tutkivat katse-elein toteutettua navigointia verkkosivuilla. He käyttivät katse-eleitä, joissa käyttäjän katse liikkui näytön keskeltä näytön ulkopuolelle aktiiviselle alueelle muodostaen näin tietyn katsepolun. Tietokone tulkitsi käyttäjän tekemän katsepolun yhdeksi katse-eleeksi ja riippuen katse-eleen suunnasta sivun vieritys käynnistyi ylös- tai alaspäin tai käyttäjä siirtyi sivustolla eteenpäin tai taaksepäin. Hyskykari ja muut [2012] toteavat tutkimuksessaan, että eleiden käyttö on tunnettu, vankka vaihtoehto viiveaikaan perustuvalla vuorovaikutukselle. Heidän mukaansa eleiden käytöllä vältetään viiveajan määrittämisen ongelmalta, missä liian lyhyt tai liian pitkä viiveaika aiheuttaa virheellisiä valintoja tai tuskastuttaa käyttäjän. Katse-eleitä voidaan myös yhdistää viiveajalla toimiviin nappuloihin.

Drewes ja Schmidt [2007] olivat ensimmäiset tutkijat, jotka esittelivät paikasta riippumattomat katse-eleet. Heidän luomansa katse-eleet olivat yhdistelmiä kahdeksaan suuntaan (katso kuva 3.3.). Tutkimuksessa käyttäjät pystyivät luomaan katse-eleitä näytölle minne ja milloin tahansa. Jotta välttyttiin ei-toivotuilta toiminnoilta, eleiden piti olla tarpeeksi monimutkaisia. Drewes ja Schmidt löysivät usein toistuvia eleitä, esimerkiksi oikealta vasemmalle tapahtuvan

liikkeen käyttäjän katsekäyttäytymisessä hänen surfaillessaan Internetissä. Jos katse-eleet muistuttivat tällaisia usein toistuvia eleitä eli normaalia katsekäyttäytymistä, nämä eivät laukaisseet ei-toivottuja toimintoja.



**Kuva 3.3.** Drewes ja Schmidt (2007) tutkimuksessa käytössä olleet katse-eleet.

Haittapuolina katse-eleiden käytössä on se, että sujuva katse-eleiden käyttö vaatii paljon harjoittelua. Eleet voivat olla hankalia erottaa toisistaan ja niillä kommunikointi on aikaa vievää. On myös haastavaa luoda monimutkaisia katse-eleitä [Drewes & Schmidt, 2007]. Palautteilla voidaan helpottaa katse-eleiden käyttöä ja opettelua.

## 4. Tuntoaisti ja tuntopalautteen käyttö

Luvussa 4.1. kerrotaan lyhyesti miksi palautteita käytetään vuorovaikutteisessa teknologiassa, tämän jälkeen luvussa 4.2. esitellään ihmisen tuntoaisti ja kosketus. Seuraavaksi keskitytään käsittelemään tuntopalautetta tarkemmin sekä tuntopalautteen käytön mahdollisuuksia erilaisten käyttöliittymien apuna. Luvussa 4.3. käsitellään tuntopalautetta ja sen tulkintaa. Kohdassa 4.4. kerrotaan tuntopalautteen hyödyistä. Viimeisessä kohdassa 4.5. yhdistetään tuntopalaute ja katsekäyttöliittymät aiempien tutkimusten avulla.

### 4.1. Palautteiden käyttö vuorovaikutteisessa teknologiassa

Palautteet ovat tärkeitä ihmisten välisessä kommunikoinnissa. Normaaliassa keskustelussa saadaan välitöntä palautetta keskustelukumppanilta hänen kommentoidessa kumppanin sanomisia tai vastatessaan hänelle esitettyyn kysymykseen. Vaikka kyseessä olisi kuuntelija ja puhuja on kuuntelijan hyvä antaa positiivista palautetta, esimerkiksi nyökyttelemällä tai lyhyesti

kommentoimalla. Näin puhuja huomaa toisen ymmärtävän ja kuuntelevan häntä. Palautteiden käyttö teknologiassa on tärkeitä, jotta saadaan tietoa, että jotain tapahtuu tai tapahtui.

Renault ja Cooper [2000] listaavat kolme käyttötarkoitusta palautteelle vuorovaikutteisessa teknologiassa. Heidän mukaansa palautteen tulee vastata käyttäjän käytökseen, muokata käyttäjän käytöstä sekä edistää käyttäjän ymmärrystä. Gentner ja Nielson [1996] muistuttavat, että palautteen on oltava joustavaa. Alkuvaiheessa jatkuvalla palautteella voidaan luoda käyttäjälle luottamusta järjestelmään ja sen käyttöön. Myöhemmin kun käyttäjä tuntee järjestelmän ja osaa käyttää sitä hyvin, jatkuvan palautteen täytyisi muuttua vain erityisolosuhteissa saatavaan palautteeseen. Jos palaute ei muutu käyttäjän oppimisen ja karttuvien taitojen myötä, saattaa jatkuva palaute alkaa jopa ärsyttämään käyttäjää. Tutkimukset osoittavat, että sopiva palaute parantaa käyttäjän suorituskykyä. Tehtävien suorittaminen nopeutuu ja käyttökokemus paranee. [Majaranta et al., 2006] Palautetta voidaan antaa eri aistinkanavien kautta.

## 4.2. Tuntoaisti ja kosketus

Aistien avulla ihminen saa tietoa ympäristön ärsykkeistä. Ihmisen tärkeimpinä aisteina pidetään tunto-, näkö-, kuulo-, maku- ja hajuaisteja. Tuntoaisti on aisteista moninainen ja se eroaa muista aisteista siten, että tuntoaistivien reseptoreja on joka puolella kehoa. Tuntoaistilla eli paineaistilla tarkoitetaan aistitoimintaa, jolla aistitaan painetta ja hahmotetaan kosketusta, terävyyttä, pehmeyttä, lämpötilaa, kipua ja kehon asentoja. Iho on tärkeä elin ihmisen aistinjärjestelmässä. Tuntoaistin eri lajit ovat lämpimänaisti, kylmänaisti sekä kipuaisti [Hiltunen et al., 2006]. Ilman tuntoaistia ihmisen on lähes mahdoton pysyä hengissä, koska ilman tuntoaistia ihminen ei pystyisi aistimaan kipua eikä lämpötilojen vaihtelua.

Kosketuksen aistiminen perustuu kosketusreseptoreiden toimintaan. Tuntoaistimuksen laukaisee solukalvojen mekaaninen painuminen, ja siitä aiheutuva paine aistitaan ihon mekanoreseptorien välityksellä. Ihon karvaisilla alueilla karvatuppien reseptorit osallistuvat paineen aistimiseen. Tuntoaistin tarkkuus on erilainen kehon eri osissa, esimerkiksi sormen päissä tarkkuus on hyvä ja moninkertainen verrattuna selkään. [Hiltunen et al., 2006] Erilaisten sovelluksien osoitinlaitteissa, tuntopalaute usein johdetaan juuri sormenpäihin tai kämmeneen. Joissakin tapauksissa tuntopalaute on kuitenkin parempi suunnata esimerkiksi jalkoihin tai kehoon. Tasapainoaistia tai suunnan hahmottamista tukevissa sovelluksissa käytetään tuntopalautteen kohdistamista muualle kuin käsiin. Tuntoreseptorit reagoivat paineeseen, kipuun ja lämpötilaan. Jos reseptorit reagoivat vasta ihon suureen muodonmuutokseen, ne ovat paineen reseptoreita. Osa reseptoreista on puolestaan erikoistunut värinän aistimiseen eli nopeasti edestakaisin muuttuvaan kosketukseen. [Hiltunen et al., 2006] Tällaisia nopeasti adaptoituvia, värähtelyyn ja paineeseen erikoistuneita pääte-eliimiä ihossa ovat Meisnerin kappaleet ja Pacinin kappaleet. Ihmisen herkkyys aistia mekaanista värinää kasvaa kun ylitetään 100 hertsiä ja laskee kun ylitetään 320 hertsiä. Sanotaan, että optimi taajuus aistia värinää on 250 hertsiä. [Rantala & Raisamo, 2001] Mekaaninen

värinä sormen iholla välittyy tuntohermosäikeitä pitkin talamuksen kautta isoavokuoren tuntoaistimuksia vastaanottavalle alueelle ja aiheuttaa siellä tuntoaistimuksen.

### 4.3. Tuntopalaute ja sen tulkinta

Tuntopalaute (*haptic feedback*) tarkoittaa tahallisesti tuotettua ärsykettä, joka havaitaan ihon tuntoaistin välityksellä. Tuntopalautetta voidaan aistia yhden tai useamman ihoaistin avulla. Tuntopalaute voi sisältää voimapalautetta, joka aistitaan liikeaistin sekä asentoaistin avulla. [Linjama & Kaaresoja, 2003] Tunto- ja voimapalautetta antava laite voi aikaansaada monenlaista palautetta, esimerkiksi värinäaistimuksen, pintatekstuuriaistimuksen, kitkan aistimuksen, kaltevan pinnan tai lisääntyvän taakan työntämisen aistimuksen. Värinä- tai värinäpalaute on yleisimmin käytetty muoto luomaan käyttäjälle tuntopalautetta. Ihminen kykenee aistimaan värinää, jonka taajuus on 20–500 hertsin väliltä. Värinän värähdyslaajuutta eli amplitudia, rytmiä tai palautteen kestoa muuttamalla pystytään tuottamaan erilaisia aistimuksia. [Van Erp, 2002] Kun taajuus ylittää yli 1000 hertsiä ihminen aistii nämä erilaisina pintarakenteina.

Värinäpalaute soveltuu hyvin käytettynä täydentämään visuaalista palautetta tai jopa osittain korvaamaan sen [Linjama & Kaaresoja, 2003]. Tuntopalautteen käyttöä äänen sijaan kannattaa harkita, sillä tällä tavoin voidaan välttää turhaa ääntä. Tuntopalaute on yksityistä, hiljaista ja henkilökohtaista. Tuntopalaute vaatii fyysisen kontaktin, mutta on varsin hyvä vaihtoehto antaa käyttäjälle palautetta silloin kun esimerkiksi näkö- ja kuuloaisti ovat ylikuormitettuina tai varattuina muuhun toimintaan. Liiallinen tuntopalautteen käyttö voi olla myös häiritsevää ja ärsyttävää.

Tuntopalautteen käytössä on otettava huomioon ihmisten mielikuvat. Tuntopalautteiden tulkinta saattaa olla joissakin tilanteissa vaikeaa. Suzuki ja Jansson [2003] tutkivat kuinka auton ratista saatu tuntopalaute vaikuttaa ajamiseen. He huomasivat, että pulssimainen ohjauksen vääntömomentti aiheutti sen, että ajaja vaistomaisesti käänsi ohjauspyörää vastakkaiseen suuntaan, kun taas ohjauspyörästä saatu värinäpalaute sai ajajan kääntämään ohjauspyörää oikeaan suuntaan ja pysymään kaistalla. Kyselylomakkeista saadut tulokset osoittivat, että ohjauspyörästä saatu värinäpalaute sai monet ajajat luulemaan auton alkavan poiketa kaistalta, joten he käänsivät vaistomaisesti ohjauspyörää pitääkseen ajoneuvon kaistalla. Pulssimainen vääntömomentti ohjauspyörässä puolestaan sai useat ajajat luulemaan, että autoon vaikuttaa jokin lateraalinen häiriö, kuten tuulenpuuska, ja siksi he käänsivät ohjauspyörää vastakkaiseen suuntaan pitääkseen auton tiellä. Tuntopalautteen suunnittelussa ja käytössä täytyy miettiä tarkasti, missä tilanteissa palautteesta on todellista hyötyä ja kuinka paljon tuntopalautetta on tarkoituksenmukaista käyttää.

### 4.4. Tuntopalautteen hyödyt

Tuntopalautteen käyttö graafisissa käyttöliittymissä vähentää visuaalista kuormaa. Erityisesti liikkuvassa käyttökontekstissa tuntopalautteen on todettu vähentävän käyttäjän kognitiivista kuormaa [Linjama & Kaaresoja, 2003] Tästä hyvä esimerkki löytyy Pittsin ja muiden [2002] tekemästä tutkimuksesta, missä he tutkivat autossa olevan kosketusnäytön käyttöä ja sen vaikutusta ajamiseen. Kun he lisäsivät tuntopalautteen auton kosketusnäyttöön visuaalisen palautteen rinnalle,

se vähensi ajajien luomien silmäyksien lukumäärää ja kestoja kosketusnäytön käytön yhteydessä. Tuntopalautteen käytöstä tässä sovelluksessa oli siis suuria etuja turvallisuuden kannalta. Usein tuntopalautteen käyttö toimiikin hyvänä tukena visuaaliselle palautteelle ja käyttäjä saa nopean palautteen siitä, onko sovellus reagoinut hänen valintaansa. Tuntopalaute mahdollistaa myös muiden aistien keskittymisen muihin reaali maailman ärsykkeisiin.

Oikein käytettynä tuntopalaute usein parantaa suoritusajoja sekä tarkkuutta. Tärkeintä on lisääntyneestä palauteinformaatiosta saadut positiiviset käyttäjäkokemukset. [Oakley et al., 2000] Tuntopalaute nopeuttaa kohteeseen osumista ja on tehokkain palautemuoto mitattaessa kohteen valinta-aikaa, oli sitten kyseessä hiiri tai kädessä pidettävä osoitinpuikko. Kohteen ollessa pieni useat tutkimukset osoittavat, että tuntopalautetta käyttäessä virheiden lukumäärä kasvaa verrattuna pelkän visuaalisen palautteen käyttöön tai yhdistettyyn visuaaliseen ja auditorioaliseen palautteeseen. [Akamatsu & MacKenzie, 1996; Akamatsu et al., 1995; Krol et al., 2009]

#### **4.5. Tuntopalautteen käyttö katsekäyttöliittymissä**

Tuntopalautteen käyttöä on tutkittu hyvin vähän katseella toimivissa käyttöliittymissä. Katsekäyttöliittymät ovat kehittyneet huomattavasti video- sekä kamerateknologian kehittymisen myötä. Laitteiden huomattava kehitys sekä katseenseurantalaitteiden hinnan lasku on tuonut laitteet lähemmäs tavallista käyttäjää. Matkapuhelimien muututtua pieniksi kämmenietokoneiksi eli älypuhelimiksi, myös matkapuhelimien mahdollisuuksia toimia katseen avulla on alettu kehittämään ja tutkimaan.

Kangas ja muut [2014] tutkivat katse-eleillä toimivaa matkapuhelinta, joka antoi käyttäjälleen myös tuntopalautetta katse- eleiden käytöstä. Osallistujien tehtävänä oli etsiä puhelimen näytöllä olevasta nimilistasta tietty nimi, valita tämä ja soittaa fiktiivinen puhelu. Tutkimusta varten oli kehitetty neljä toimintoa, jotka toimivat katseella: nimilistan vieritys ylös- ja alaspäin sekä valinta- ja peruutustoiminto. Nimilistaa pystyi vierittämään katseen avulla ylös – ja alaspäin katsottaessa puhelimen yläreunan tai alareunan yli niin sanotulla pyyhkäisy katse-eleellä, mikä jäljitteli kosketusnäytön vieritystoimintoa. Listasta pystyi valitsemaan nimen katsomalla puhelimen näytön oikean reunan yli. Valinnan sai peruutettua katsomalla näytön vasemman reunan yli. Näihin toimintoihin oli yhdistetty tuntopalaute. Tutkimuksessaan he vertailivat neljää erilaista konditiota, joista kolme sisälsivät tuntopalautteen. He vertailivat eri konditoiden vaikutusta tehtävistä suoriutumiseen sekä sitä kuinka ne vaikuttivat käyttökokemukseen.

Yhdessä konditiossa osallistujalle ei annettu lainkaan tuntopalautetta, vaan osallistujat toimivat ainoastaan visuaalisen palautteen avulla. Toisessa konditiossa osallistuja sai tuntopalautteen kun hänen katseensa oli ensin ylittänyt puhelimen reunan ja palasi sitten takaisin näytölle, eli tuntopalaute annettiin vasta kun pyyhkäisyyle oli kokonaan tehty. Kolmannessa konditiossa osallistuja sai tuntopalautteen välittömästi, kun hänen katseensa oli ylittänyt laitteen reunan. Neljäs konditio oli toisen ja kolmannen kondition yhdistelmä, eli tuntopalaute annettiin kun katse ylitti laitteen reunan ja jälleen kun katse palasi takaisin laitteeseen. Ennen jokaista osiota, osallistujat saivat lyhyesti harjoitella.

Kangas ja muut [2014] saivat tutkimuksestaan tuloksia, joiden mukaan tuntopalautteen käyttö lisäsi tehokkuutta, tehtävät saatiin suoritettua nopeammin. Kolmas ja neljäs konditio olivat ylivertaisia. Näissä molemmissa konditiossa käyttäjä sai tuntopalautteen heti reunan ylityksestä. Konditiot olivat kaikista tehokkaimpia käyttää ja näissä konditioissa virheellisten valintojen lukumäärät olivat vähäisempiä per toiminta. Tuntopalautteen koettiin parantavan subjektiivista kokemusta katseeseen perustuvaan vuorovaikutukseen. Tuntopalaute yhdistettynä katseella toimiviin toimintoihin koettiin mukavana ja laitteen käyttöä helpottavana.

Samansuuntaisia tuloksia on saatu myös laajaa näyttöä käytettäessä. Lehtinen ja muut [2012] tutkivat tuntopalautteen käyttöä visuaalisen etsinnän apuna. Tutkimuksessa oli hyvin laaja näyttö, kangas mikä oli leveydeltään 3 metriä ja korkeudeltaan 1.8 metriä. Näyttöön oli yhdistetty seurantalaitte, joka seurasi osoitettua kättä ja käyttäjän kasvoja. Tutkimuksessa osallistujat etsivät laajalta näytöltä B-kirjainta lukuisien P-kirjainten joukosta. Osallistujat saivat käsissään olleiden käsineiden välityksellä erilaista värinäpalautetta, jonka tehtävä oli opastaa katsetta oikeaan suuntaan. Aluksi osallistujat saivat harjoitella etsintää, koska erilaisten värinäpalautteiden käyttö ja niiden merkityksien oppiminen vaati harjoittelua. Tutkimusryhmän saamat tulokset osoittivat, että B-kirjain löytyi nopeammin laajalta näytöltä värinäpalautteen ohjattaessa katsetta oikeaan suuntaan. Osallistujat kokivat hyvin vahvasti, että tuntopalautekäsineet auttoivat heitä merkittävästi tehtävää suoritettaessa. Tuntopalautteesta voi olla merkittävää hyötyä, kun sitä oppii käyttämään ja hyödyntämään oikein. Tuntopalautteen käyttö vaatii kuitenkin usein harjoittelua, vaikka olisi kyse hieman yksinkertaisemmastakin kontekstista.

Tuntopalautetta on käytetty myös herättämään käyttäjän visuaalista huomiota. Tämä tutkimus suoritettiin katseenseurantalaitetta käyttäen. Jones ja muut [2007] huomasivat tutkimuksessaan, että oikein annetut haptiset vihjeet auttavat käyttäjää löytämään nopeammin visuaalisen muutoksen näytöltä. He huomasivat myös, että tuntopalautetta on vaikea jättää täysin huomioimatta, vaikka näin olisikin ohjeistettu. Tutkimuksessa osallistujille näytettiin peräkkäin kaksi hieman erilaista musta-valkoista kuvaa näytöllä, joista osallistujien piti huomata visuaalinen muutos. Tutkimuksessa näyttö oli jaettu neljään suorakulmion muotoiseen osaan, missä jokaisessa oli kolme valkoista suorakulmion muotoista elementtiä. Käyttäjän tuolin selkänojaan oli asetettu neljä tuntopalaute kohtaa vastaamaan näytön suorakulmioita. Kun näytön oikeassa yläkulmassa oli tapahtunut muutos eli jokin suorakulmainen elementti oli esimerkiksi kääntynyt, osallistuja sai tuolista värinäpalautteen oikealle puolelle yläselkään. Tuntopalautteen avulla osallistujat pystyivät paikantamaan visuaalisen muutoksen näytöltä nopeasti.



## **5. Tutkimus**

Tässä luvussa esitellään tutkimus, joka toteutettiin Tampereen yliopiston Informaatiotieteiden yksikön katselaboratoriossa helmi- ja maaliskuussa, 2014. Kohdassa 5.1. määritetään tutkimusongelma, jota tutkimuksessa selvitettiin. Luvussa 5.2. käydään läpi ennen varsinaisia testejä suoritettut pilottitestit ja kohdassa 5.2.1. esitellään pilottitesteihin osallistuneet henkilöt. Kohdassa 5.2.2. käydään läpi pilottitestien kulku ja luvussa 5.2.3. kerrotaan pilottitesteistä saadut tulokset. Kohdassa 5.3. esitellään varsinaiseen tutkimukseen osallistuneet henkilöt. Luvussa 5.4. esitellään tutkimuksen tekniset asetukset sekä tutkimusvälineistö. Luvussa 5.5. kerrotaan tarkemmin tutkimuksen kulusta. Tutkimuksesta saadut tulokset esitetään luvussa 6.

### **5.1. Tutkimusongelma**

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, tarvitseeko käyttäjä tuntopalautetta katseella toimivan vierityksen alkamisesta. Lisäksi tutkittiin pitääkö käyttäjä tarpeellisena varoitusta tai palautetta, jonka hän saa kun hänen silmänsä osuvat vieritysalueelle. Tutkimuksessa pohditaan myös miten tieto ja ymmärrys, siitä mitä tuntopalaute tarkoittaa vaikuttaa käyttäjäkokemukseen. Lisäksi tutkimuksessa tutkittiin vaikuttaako tuntopalaute käyttäjän katsekäyttäytymiseen. Jääkö käyttäjä odottamaan vierityksen alkamista saatuaan tuntopalautteen vai pelästyykö käyttäjä tuntopalautetta ja katse hyppääkin eri paikkaan. Tutkimuksessa haluttiin myös tutkia erilaisten tuntopalautteiden mielekkyyttä. Millaisen käyttökokemuksen pidempikestoinen tuntopalaute antaa verrattuna lyhyempikestoiseen palautteeseen.

### **5.2. Pilottitestit**

Pilottitestien tarkoituksena oli tutkia miten varsinaiset testiasetukset toimivat. Pilottitestien perusteella päätettiin myös jätetäänkö käyttäjälle mahdollisuus vierittää sivua eri nopeusvaihtoehdoin. Pilottitestit mahdollistivat tutkimuksen vetäjän harjoitella katseen kalibroimista ja tutkimuksen kulkua, jotta varsinainen tutkimus sujuisi ongelmitta. Pilottitestissä testattiin myös haastattelukysymykset ja kyselylomakkeet varsinaista tutkimusta varten. Pilottitestien tarkoituksena ei ollut mitata tuntopalautteen vaikutusta katsekäyttämiseen. Yksi testi kesti noin tunnin. Osallistujille kerrottiin testin tarkoitus sekä testin kulku. Tämän jälkeen he suorittivat testitehtävät ja täyttivät kyselylomakkeet, luvussa 5.6. kuvatulla tavalla. Lopuksi osallistujille esitettiin kysymyksiä testiin liittyen.

#### **5.2.1. Pilottitestien osallistujat**

Pilottitesteissä oli kolme osallistujaa, jotka olivat kaikki noviiseja katseenseurantalaitteen käytön suhteen. Kaikki osallistujat käyttävät kuitenkin päivittäin tai viikoittain erilaisia vieritystekniikoita lukiessaan tai selaillessaan puhelimelta tai tietokoneelta sähköisiä tekstejä. Päivittäin sekä

viikoittain käytettyjä vieritystekniikoita olivat kosketusnäyttö, näppäimistö sekä hiiren vieritysrulla tai painike. Osallistujat olivat kaikki naisia ja iältään 23, 26 ja 27 -vuotiaita. Kahdella osallistujista oli normaali näkö ja yhdellä osallistujalla oli käytössään silmälasit. Kaikilla osallistujilla oli normaali tuntoaisti sormissaan.

### **5.2.2. Pilottitestien kulku**

Pilottitestit suoritettiin Tampereen yliopiston informaatiotieteiden yksikön katselaboratoriossa, missä myös varsinaiset testit järjestettiin. Ensimmäinen pilottitesti pidettiin 9.1.2014, toinen sekä kolmas pilottitesti olivat 4.2.2014. Ensimmäisessä testissä viiveaika vierityksen alkamiseen oli säädetty 800 millisekuntiin, mikä tuntui osallistujasta liian pitkältä. Viiveaika lyhennettiin toiseen pilottitestiin 700 millisekuntiin, mikä koettiin hyväksi myös kolmannessa pilottitestissä. Ensimmäisessä pilottitestissä kävi ilmi, että pidempi tuntopalaute (1300 millisekuntia) oli aivan liian pitkä. Osallistujasta tuntui, että palaute olisi ollut koko ajan päällä. Tästä syystä toista pilottitestiä varten värinäpalaute lyhennettiin ajallisesti puoleen.

Ensimmäinen pilottitesti osoitti, että testitehtäviä oli muokattava niin, että tiedon ja kuvien hakemisen lisäksi osallistujan olisi luettava myös jonkin verran tekstiä näytöltä. Tällä tavoin saataisiin luonnollisempaa katsedataa tallennettua. Ensimmäisessä pilottitestissä silmänliikkeiden tallennuksessa oli teknisiä ongelmia. Ohjelma ei tallentanut muuta kuin katseen raakadatan eli x- ja y-koordinaatit sekä silmän pupillin koon muutokset.

Toisessa pilottitestissä haasteeksi muodostuivat osallistujan silmälasit, jonka johdosta tutkimuksen vetäjä sai hyvää harjoitusta kalibroinnista. Kyselylomakkeesta yksi osallistuja sanoi, että kaipaisi selvennystä mitä tarkoittaa haptinen palaute, joten termi muutettiin muotoon tuntopalaute. Taustatietolomakkeeseen tehtiin myös tarkennuksia. Lisäksi kysymys sormien tuntoaistista lisättiin lomakkeeseen.

Ensimmäisessä pilottitestissä osallistujan oli mahdollista vierittää sivua nopeuksilla 2, 7 ja 20 millisekuntia per pikseli. Lisäksi hänellä oli vaihtoehto vierittää, koko sivu kerralla alkuun tai loppuun katsoessaan näytön oikeaan kulmaan. Ensimmäisen pilottitestin perusteella kuitenkin poistettiin mahdollisuus vierittää sivuja eri nopeuksin. Koska tämän huomattiin vain aiheuttavan tuijottelua kohtiin, mistä vieritysnopeutta pystyi säätelemään. Lisäksi ensimmäisessä testissä vieritysalueen korkeus oli säädetty Tobiiin näytön kokoon nähden liian matalalle (120 pikseliin). Myös tämä korjattiin toiseen pilottitestiin. Toiseen pilottitestiin asetettiin vieritys alueen korkeudeksi eli y-koordinaatin arvoksi 260 pikseliä. Vieritys ei toiminut koko näytön tilassa kunnolla. Alapalkin ja yläpalkin korkeudet tuli huomioida, joten staattiseksi alueeksi jätettiin y-koordinaatin arvot välillä 370–733 pikseliä.

### **5.2.3. pilottitestien tulokset**

Pilottitestiin osallistujilta ei saatu varsinaisia tutkimustuloksia. He vastasivat kuitenkin samoihin haastattelukysymyksiin ja täyttivät samat kyselylomakkeet kuin varsinaiseen tutkimukseen

osallistuneet osallistujat. Lisäksi pilottitestien perusteella määritettiin sivun vieritysnopeus sekä viiveaika.

Ensimmäinen osallistuja käytti pääasiassa vain kahta eri vieritysnopeutta 7ms/px ja nopeutta 20ms/px. Hän kuitenkin sanoi, että nopeus 20ms/px oli liian nopea ja 7ms/px oli aivan liian hidas. Pilottitesteistä saatiin ristiriitaista tietoa haastattelukysymysten perusteella tuntopalautteen tarpeellisuudesta. Yksi osallistuja koki tuntopalautteen tärkeäksi, koska se ohjasi toimintaa ja hän sai tiedon, että jotain tapahtuu seuraavaksi. Toinen osallistujista puolestaan piti tuntopalautetta vain häiritsevänä tekijänä, eikä hän haluaisi saada palautetta lainkaan katseella tapahtuvasta vierityksestä. Kolmas osallistuja ei pitänyt värinää häiritsevänä tekijänä, mutta hän oli sitä mieltä, ettei tuntopalaute ole välttämätön katseella toimivassa vierityksessä.

Kaikki pilottitestit saatiin suoritettua kokonaan läpi ja pilottitesteistä saatiin arvokasta tietoa. Testien avulla opittiin kuinka varsinainen tutkimus suoritetaan ja kuinka kaikki tarpeellinen tieto saadaan tallennettua. Lisäksi päätettiin, millä nopeudella sivun vieritys tapahtuu ja saatiin säädettyä viiveaika sopivaksi.

### 5.3. Osallistujat

Varsinaiseen tutkimukseen osallistui 12 henkilöä. Osallistujista viisi oli miehiä ja seitsemän naisia. Heidät oli rekrytoitu sosiaalisen median, lähinnä Facebook-palvelun kautta. Facebook on Internetissä toimiva mainosrahoitteinen yhteisöpalvelu. Kaikki osallistujat osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti. Taulukossa 5.1 on esitettyä tarkemmin tutkimukseen osallistuneilta kerätyt taustatiedot. Kiitoksena tutkimukseen osallistumisesta jokainen osallistuja sai kahvipaketin ja suklaakonvehtirasian.

Sukupuoli	Ikä	Kuinka usein luet sähköisiä tekstejä?	Mitä vieritystekniikoita käytät?	Oletko käyttänyt katseenseurantalaitetta aiemmin?	Näkö	Tuntoaisti
Mies	28	Päivittäin	2 ja 3	En	Piilolinssit	Normaali
Nainen	23	Päivittäin	2 ja 3	Kyllä, Tobii T60, tammikuu 2014	Normaali	Normaali
Nainen	26	Päivittäin	2 ja 3	En	Normaali	Normaali
Nainen	27	Päivittäin	2 ja 3	En	Normaali	Normaali
Nainen	53	Päivittäin	1 ja 2	En	Normaali	Normaali
Nainen	25	Päivittäin	1,2 ja 3	En	Normaali	Normaali
Mies	27	Päivittäin	2	En	Normaali	Normaali
Mies	24	Päivittäin	2 ja 3	En	Normaali	Normaali
Mies	36	Päivittäin	2 ja 3	En	Normaali	Normaali
Nainen	27	Päivittäin	1, 2 ja 3	En	Piilolinssit	Normaali
Nainen	27	Päivittäin	1,2 ja 3	En	Normaali	Normaali
Mies	26	Päivittäin	1	En	Normaali	Normaali

0= en mitään 1= näppäimistö 2= Hiiren painike tai vieritysrulla 3= Kosketusnäyttö

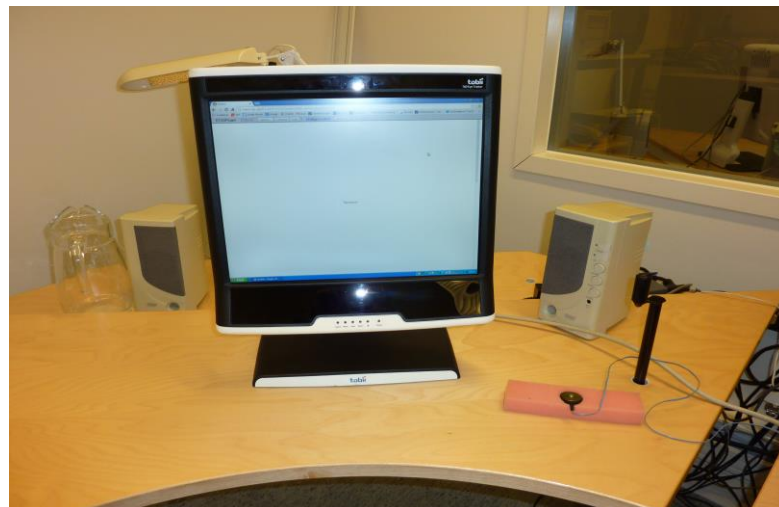
**Taulukko 5.1.** Tutkimukseen osallistuneiden taustatiedot

#### 5.4. Tutkimusvälineistö ja tekniset asetukset

Tutkimuksessa käytettiin alun perin Oleg Špakovin ohjelmoimaa Internet-selaimessa toimivaa Gazette ohjelmaa, missä sivun vieritys tapahtui katseen avulla. Alkuperäisen ohjelman koodia muutettiin niin, ettei ohjelma enää arponut tehtäviä käyttäjälle. Ohjelmassa oli myös mahdollisuus vierittää Internet-sivuja alas- ja ylöspäin eri nopeuksin nuolikuvakkeiden avulla [Špakov, 2013]. Tätä ominaisuutta ei kuitenkaan jätetty tähän tutkimukseen ensimmäisestä pilottitestistä saatujen tulosten perusteella. Lisäksi tutkimusta haluttiin yksinkertaistaa joten päätettiin, ettei eri vieritysnopeuksia tutkittaisi. Ohjelmaan keksittiin myös uudet suomenkieliset tehtävät sekä asetettiin uudet Internet sivut aukeamaan. Ohjelmaan lisättiin myös kohta, jossa osallistuja saa tuntopalautteen kun hänen katseensa osuu vieritysalueelle. Sivun vieritys nettiselaimessa tapahtui ETU-ajurin avulla. ETU-ajuri on silmänliikekameran universaali ohjain [Špakov, 2012]. Ohjelma toimii Internetissä, parhaiten Google Chrome -selaimella. Tutkimuksessa käytetty selain oli Google Chrome 31.0. Näyttölaitteena toimi Tobii T60 katseenseurantalaite, mikä keräsi käyttäjien silmänliikkeitä 17 tuuman TFT värinäytöltä, näytön resoluutio oli 1280x1024. Osallistujien etäisyys katseenseurantalaitteesta oli testin aikana noin 50–60 senttimetriä. Osallistujan istuin oli stationäärinen toimistotuoli, jotta tuoli pysyisi mahdollisimman paikallaan testin aikana sekä kalibraation vakauden varmistamiseksi. Tobii T60 katseenseurantalaite (ks. kuva 5.1.) oli yhdistettynä kannettavaan Dell-merkkiseen tietokoneeseen kuvasignaali- ja datayhteyden välityksellä (näyttökaapeli ja nopea USB). Lisäksi kannettavaan tietokoneeseen oli yhdistettynä Gigaport HD vahvistin ja aktuaattori, mikä muutti ääniaallot värinäksi. Hiiri ja kannettavan tietokoneen näppäimistö olivat vain testin vetäjän käytössä. Näppäimistön ja hiiren avulla vaihdettiin testitehtäviä ja kontrolloitiin testitehtävien suorittamisen ulkopuolella, esimerkiksi kalibroinnin käynnistämistä. Kuva 5.1. on otettu katselaboratoriosta, joka antaa kokonaiskuvan oikeasta testiasetelmasta. Kuva 5.2. on Tobii T60 katseenseurantalaiteesta ja värähdyksiä tuottavan aktuaattorin paikasta testin aikana.



**Kuva 5.1.** Kokonaiskuva testiasetelmasta



**Kuva 5.2.** Tobii T60 ja aktuaattorin paikka testin aikana

Kuvassa 5.3. on tarkemmin esitetty tutkimuksessa käytetty pienikokoinen värähtelytuntemuksia luova C-2 Tactor aktuaattori, joka on optimoitu luomaan tietynlaisia tuntemuksia käyttäjän iholle. Kun aktuaattori saa elektronisen signaalin, kontaktori (*contactor*) osa värähtelee ihoa vasten. Kontaktorin ympärillä on passiivinen kotelo (*housing*), joka suojaa ympäröivää ihon aluetta. C-2 aktuaattorin optimoitu resonanssi on 200 ja 300 hertsin välillä. Tutkimukseen tehtiin kaksi tuntopalautetta käyttämällä Jussi Rantalan (TAUCHI tutkija) kehittämää äänitiedostojen luontiin tarkoitettua ohjelmaa. Tuntopalautteet tehtiin luomalla haluttu ääniaalto, jonka aktuaattori toistaa. Kun aktuaattorilta puuttuu kaikupohja, ääni ei kuulu vaan syntyy värinäpalaute. Ohjelmassa ääniaallon muodon, taajuuden, keston sekä ääniaallon amplitudin

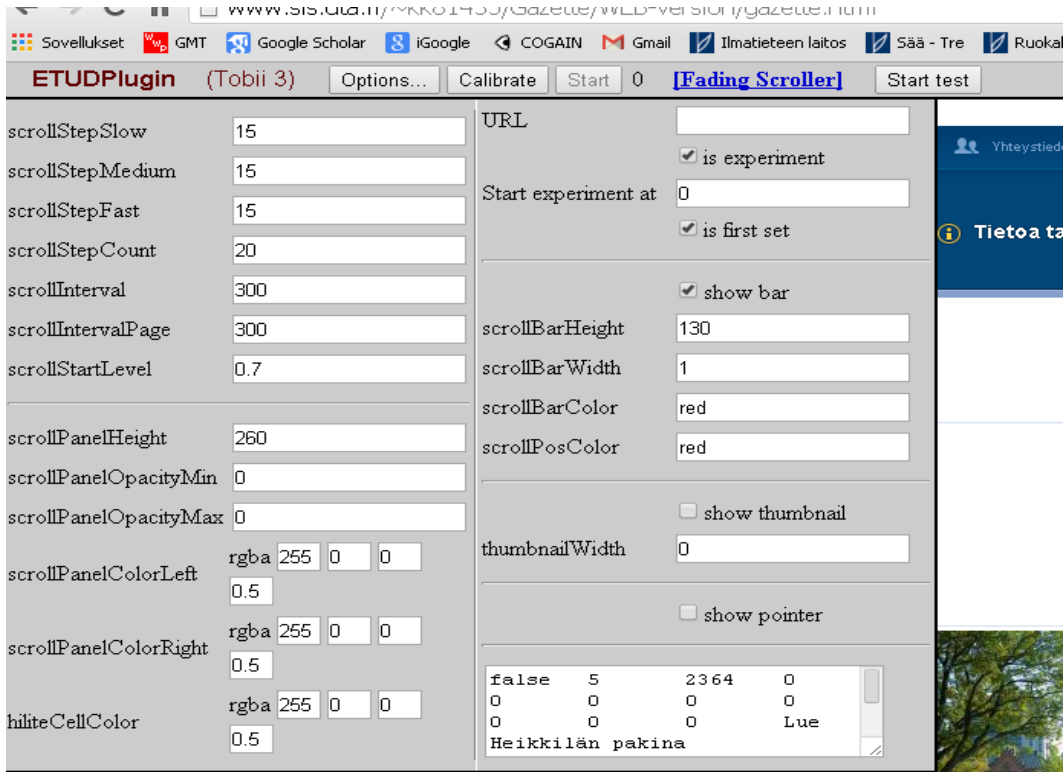
eli voimakkuuden pystyy valitsemaan suoraan valikosta. Tutkimuksessa käytettyjen tuntopalautteiden taajuudet olivat 250 Hz, mikä vastaa ihmisen optimaalista taajuutta aistia värinää kuten luvussa 4.2. todetaan. Lyhyt tuntopalaute oli kestoltaan noin 10 millisekuntia, joka vastasi niin sanottua klik -ääntä. Pidempi värinäpalaute oli pehmeämpi, siniaaltomuotoinen ääni, minkä amplitudi oli laskeva. Pidempi tuntopalaute oli kestoltaan noin 70 millisekuntia. Kuvassa 5.3. on testissä käytetty aktuaattori. Aktuaattori on pehmusteen päällä, jottei pöydän pinta toimi aktuaattorille kaikupohjana ja muuta aktuaattorin värähtelyä ääneksi.



**Kuva 5.3.** Oikealla C-2 Aktuaattorin keskellä näkyy värähtelyitä tuottava kontaktori ja ympärillä oleva passiivinen kotelo. Vasemmalla osallistujan etusormi on aktuaattorin päällä.

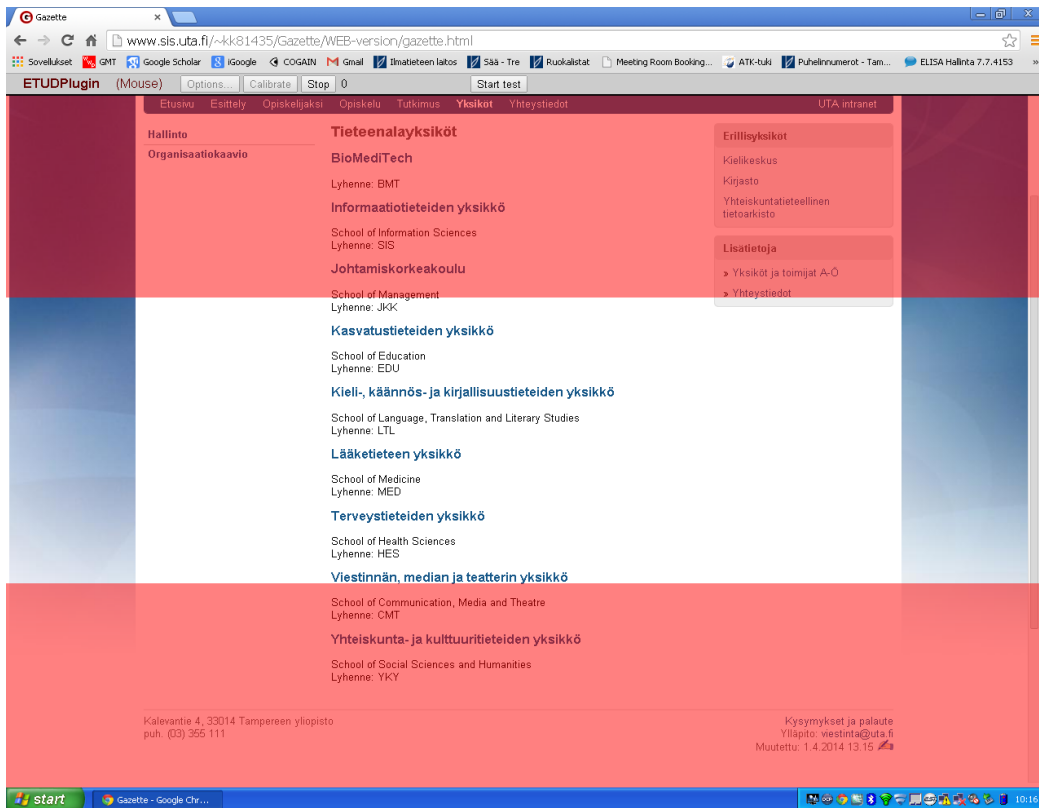
Ohjelma keräsi datalokeja testin aikana tekstitiedostoihin, josta ne voitiin suoraan siirtää Excel-taulukkoon. Ohjelma tallensi myös tehtäväkohtaiset suoritusajat sekä sen vieritettiinkö sivua alhaalta vai ylhäältä päin. Nämä tiedot otettiin talteen asetukset-ikkunan tekstikentästä jokaisen testin jälkeen. Kuvassa 5.4. näkyy tekstikenttä mihin on tallentunut dataa testistä. Lisäksi ohjelma tallensi niin sanotun raakadatan eli x- ja y-koordinaatit, sekä pupillin koon muutokset. Ohjelma tallensi myös fiksaatioiden päättymiset sekä fiksaatioiden keston.

Ennen testin alkua määritettiin vieritysalueen korkeus, sivun vieritysnopeus sekä viiveaika. Nämä arvot olivat samat jokaisessa testissä, jotta tuloksista saatiin vertailukelpoisia analysointia varten. Nämä arvot annettiin ohjelmalle erillisessä asetukset-ikkunassa (ks. kuva 5.4.). Pilottitestien perusteella vieritysnopeudeksi jäi 15 millisekuntia per pikseli. Tämä vieritysnopeus tarkoittaa, että käyttäjä pystyy vierittämään noin 6,7 riviä sekunnissa (ts. 400 riviä minuutissa). Pilottitestien perusteella tämä vieritysnopeus toimii sekä lukutehtävissä että tiedon hakemistehtävissä.



**Kuva 5.4.** Ohjelman asetukset-ikkuna, missä näkyvissä tekstikentällä dataa testistä.

Vieritysalueen korkeuden määrittämisessä pyrittiin noudattamaan periaatetta, että ihmiset lukevat tekstiä tavanomaisimmin näytön keskiosasta niin kuin Sharminin ja muiden [2013] tutkimuksessa todettiin luvussa 3.1. Vieritysalueen korkeudeksi asetettiin 260 pikseliä, mutta tähän pitää huomioida selaimen yläpalkin sekä alapalkin korkeus laskettaessa vieritysalueiden todellisia korkeuksia. Näytön staattiseksi alueeksi jäi lopulta y-koordinaatin arvot välillä 370–733. Kuvassa 5.5. ovat punaisella näkyvissä näytön aktiiviset vieritysalueet sekä staattinen alue näytön keskiosassa. Todellisessa testitilanteessa osallistujat eivät nähneet näitä punaisella merkittyjä vieritysalueita.



**Kuva 5.5.** Näytön vieritysalueet ovat merkittyinä punaisella.

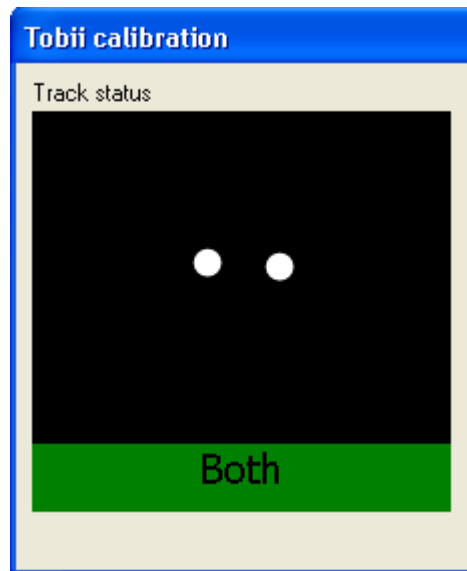
Kahdessa tehtäväosiossa osallistuja sai tuntopalautteen välittömästi kun hänen katseensa osui vieritysalueelle. Näytön alareunassa tuntopalautteen sai heti kun katse oli ylittänyt y-koordinaatin arvon 733. Näytön yläreunassa tuntopalaute saatiin heti kun oltiin y-koordinaatin arvolla, mikä oli pienempi tai yhtä suuri kuin 369. Vierityksen viiveaika oli lopullisissa testeissä 700 millisekuntia, koska tämä viiveaika koettiin hyväksi toisen ja kolmannen pilottitestin perusteella. Osallistujan katseen ylittäessä vieritysalueelle asetetun rajan alkoi 700 millisekunnin kuluttua vieritys, mikäli käyttäjän katse oli edelleen vieritysalueen sisäpuolella. Sivun vieritys jatkui niin kauan kunnes osallistujan katse palasi näytön staattiselle alueelle. Vierityssuunta määräytyi katseen paikan mukaan näytöllä. Kun katse osui näytön alareunassa olevalle vieritysalueelle, vierityssuunta oli alaspäin ja vastaavasta näytön yläreunan aktiivinen vieritysalue käynnisti vierityksen ylöspäin.

## 5.5. Tutkimuksen kulku

Ennen testiä osallistujien kanssa käytiin läpi testin kulku. Lisäksi heitä pyydettiin allekirjoittamaan tietoinen suostumuslomake (ks. liite 1) siitä, että heidän silmänliikkeitään voidaan tallentaa. Tämän jälkeen osallistujia pyydettiin täyttämään taustatietolomake (ks. liite 2). Lomakkeiden täytön jälkeen testin vetäjä esitteli katselaboratoriota ja tutustuttiin Tobii T60 katseenseurantalaitteeseen. Osallistujille esiteltiin näyttö, jossa heidän molemmat silmänsä näkyivät (ks. kuva 5.6.). Näytöltä he näkivät, kuinka katseenseurantalaite löysi heidän silmänsä. Osallistujat saivat liikkua hetken



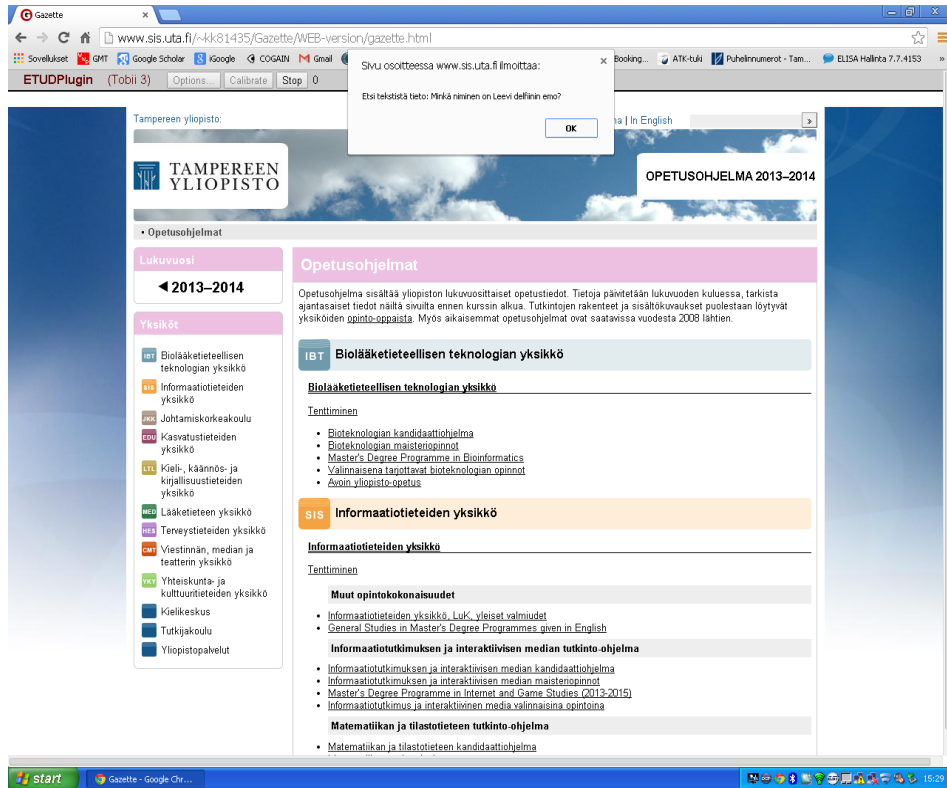
vapaasti ja räpäytellä silmiään, jotta he näkivät myös sen, kuinka helposti katseenseurantalaite voi kadottaa heidän silmänsä. Tässä kohtaa säädettiin osallistujan ja näytön etäisyys sekä kulma niin, että silmät olivat mahdollisimman keskellä näyttöä.



**Kuva 5.6.** Tobii T60 katseenseurantalaite on löytänyt osallistujan molemmat silmät.

Tämän niin sanotun pupillinäytön tutustumisen jälkeen suoritettiin kalibrointi. Kalibrointi tapahtui seuraamalla yhdeksää pistettä, mitkä ilmestyivät yksitellen eri puolille näyttöä. Jokaisen käyttäjän kalibrointitulokset tallennettiin, jotta niitä voitiin käyttää tarvittaessa uudelleen testin aikana. Ennen tutkimuksen aloittamista osallistujilta vielä kysyttiin onko heillä kysyttävää testiin liittyen. Heille kerrottiin myös, että tutkimuksen sai keskeyttää milloin tahansa.

Tutkimuksessa oli yhteensä 18 tehtävää. Tehtävät oli jaettu kolmeen tehtäväosioon. Jokainen osio sisälsi kuusi tehtävää. Osiot sisälsivät yhtä paljon tiedon hakemistehtäviä sekä lukutehtäviä. Näillä tehtävillä pyrittiin luomaan osallistujille mahdollisia todellisia tilanteita, jossa sivua tai tekstiä pitäisi vierittää alas tai ylöspäin. Tehtävät ilmestyivät yksitellen näytön ylälaitaan (ks. kuva 5.7). Kun osallistuja oli lukenut tehtävän, testinvetäjä painoi Ok-painiketta ja osallistuja pääsi suorittamaan tehtävää. Tällöin aukesi uusi Internet-sivu, mistä osallistuja etsi tehtävään vastauksen. Kun osallistuja oli mielestään löytänyt vastauksen, hän kertoi tämän testin vetäjälle tai kuittasi tehtävän tehdyksi. Tämän jälkeen testin vetäjä painoi Ok-painiketta ja uusi tehtävä ilmestyi näytön ylälaitaan.



**Kuva 5.7.** Osallistuja on saanut suoritettua edellisen tehtävän ja uusi tehtävä on annettu näytölle.

Vieritysalueiden korkeudet ovat määritelty luvussa 5.4. kuvatulla tavalla. Kun käyttäjän silmät osuivat vieritysalueelle, hän tunsi välittömästi värinän sormessaan. Tuntopalautteella pyrittiin ilmoittamaan käyttäjälle, että hän on vieritysalueella. Viiveajan (700 ms) jälkeen sivun vieritys käynnistyi, jos käyttäjän katse oli edelleen vieritysalueella. Tutkimuksessa oli kolme konditiotia: ei lainkaan tuntopalautetta, lyhyt värinäpalaute ja pidempi värinäpalaute. Konditoiden järjestys vaihteli osallistujien kesken taulukon 5.2. osoittamalla tavalla.

Osallistujat	Testi1	Testi2	Testi3
O1	2	1	0
O2	1	2	0
O3	0	2	1
O4	0	1	2
O5	2	0	1
O6	1	0	2
O7	1	2	0
O8	2	1	0
O9	0	2	1
O10	2	0	1
O11	1	0	2
O12	0	1	2
<b>0= Ei tuntopalautetta</b> <b>1 =Lyhyt tuntopalaute</b> <b>2 = Pidempi tuntopalaute</b>			

**Taulukko 5.2.** Konditioiden järjestys jokaisella osallistujalla

Jokaisen tehtäväosion jälkeen osallistuja täytti kyselylomakkeen (ks. liitteet 3 ja 4). Testin vetäjä mainitsi myös, että osallistujat saivat vapaasti kertoa mielipiteitään ja kokemuksiaan tehtävien teon aikana sekä kyselylomakkeita täyttäessään. Ääneenajattelua ei kuitenkaan tutkimuksessa vaadittu. Lomakkeiden vastausasteikko oli viisiportainen Likert-asteikko. Vastausskaala oli ykkösestä (täysin eri mieltä) vitoseen (täysin samaa mieltä). Lomakkeiden tarkoituksena oli selvittää pidetäänkö tuntopalautetta tarpeellisena vai häiritseekö palaute osallistujaa. Lisäksi lomakkeilla mitattiin pitääkö käyttäjä tuntopalautteesta ja annetaanko se oikeassa kohdassa. Testin lopussa osallistujille esitettiin vielä muutama kysymys testiin liittyen.

Tarvittaessa kalibrointi suoritettiin uudelleen tehtäväosioiden välissä. Tarve uudelleen kalibrointiin syntyi yleensä, mikäli osallistuja oli liikkunut kyselylomaketta täyttäessään tai silloin kun ohjelmakoodiin oli muutettu tuntopalaute erilaiseksi ja Internet sivu jouduttu päivittämään.

## 6. Tulokset

Tulokset perustuvat kahdentoista osallistujan dataan. Kaikki osallistujat suorittivat onnistuneesti testin läpi. Tulosten analysointiin käytettiin ohjelman lokitiedostoja. Kahdella osallistujalla oli tarvetta uudelleen kalibrointiin tutkimuksen aikana. Molemmilla testihenkilöillä tämä ilmeni ensimmäisen ja toisen tehtäväosion välissä kun tuntopalaute vaihdettiin erilaiseksi ohjelmakoodiin. Yleensä testin vetäjä tallensi ensimmäisen kalibroinnin tuloksen, mikä sitten vain ladattiin uudelleen ennen tehtäväosion aloittamista. Näillä kahdella osallistujilla tämä ei kuitenkaan toiminut, eikä katseenseurantalaite löytänyt enää heidän silmiään. He olivat todennäköisesti

vaihtaneet asentoa kyselylomaketta täyttäessään. Uudelleen kalibrointi kuitenkin auttoi, tehtäväosio aloitettiin alusta ja saatiin suoritettua loppuun.

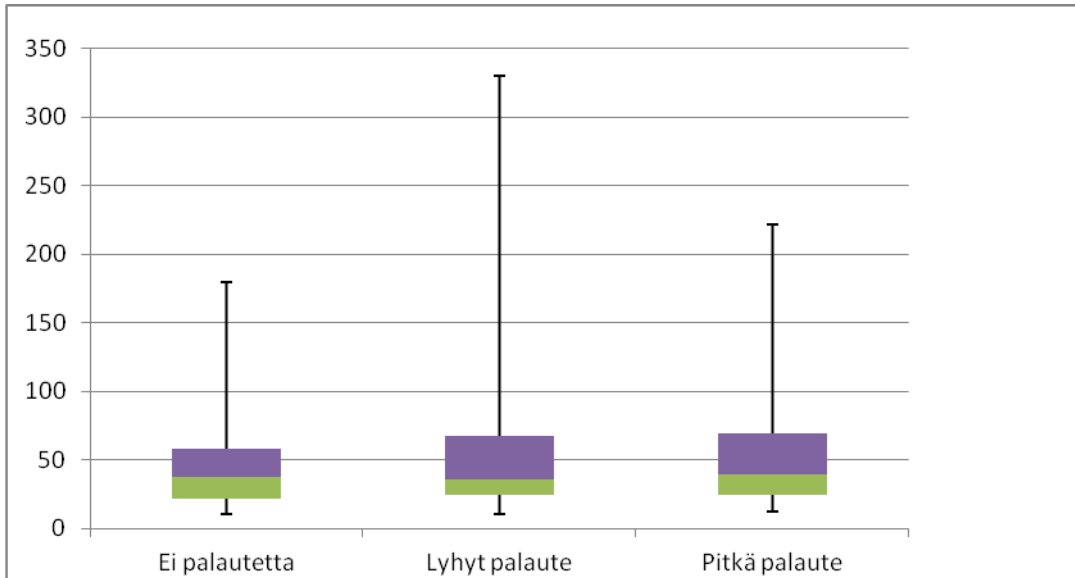
Tässä luvussa raportoidaan tutkimuksesta saadut tulokset. Kohdassa 6.1. tutkitaan miten tuntopalaute vaikuttaa osallistujan katsekäyttäytymiseen sekä eri tehtäväosioiden suoritusajaan. Tämän jälkeen luvussa 6.2 raportoidaan kyselylomakkeista saadut tulokset sekä verrataan lyhyen ja pidemmän tuntopalautteen miellyttävyyttä. Kohdassa 6.3. käydään läpi haastattelun vastaukset ja kohta 6.4. sisältää mahdollisia jatkotutkimusideoita.

### 6.1. Tulosten raportointi

Jokaisesta tehtäväosioista ohjelma tallensi tehtäväkohtaisen suoritusajan. Tehtäväkohtaiseen suoritusajaan ei laskettu osallistujan tehtävän lukemiseen käyttämää aikaa. Nämä tehtäväkohtaiset suoritusajat laskettiin yhteen tehtäväosioittain. Taulukossa 6.1. on näkyvissä jokaisen tehtäväosion yhteenlasketut suoritusajat sekä suoritusajojen keskiarvot ja varianssit. Kuvassa 6.1. on laatikkokaavio tehtäviin käytetyistä ajoista sekunteina tehtäväosioittain. Laatikkokaaviosta ja taulukosta näkee, että osallistujat tekivät nopeimmin tehtävät osiossa, joka ei sisältänyt lainkaan palautetta. Hitaimmin tehtävät saatiin suoritettua tehtäväosiossa, missä saatiin lyhyt tuntopalaute vierityksen alkamisesta. Eniten vaihtelua suoritusajoissa oli tehtäväosiossa, mikä sisälsi lyhyen tuntopalautteen. Kaksisuuntainen varianssianalyysi, ANOVA testi (ilman toistoa) antaa tuloksen  $F_{1,11} = 1,247$ ,  $p > 0.05$  eli merkittäviä eroja tehtäväosioiden suoritusajojen väliltä ei löytynyt.

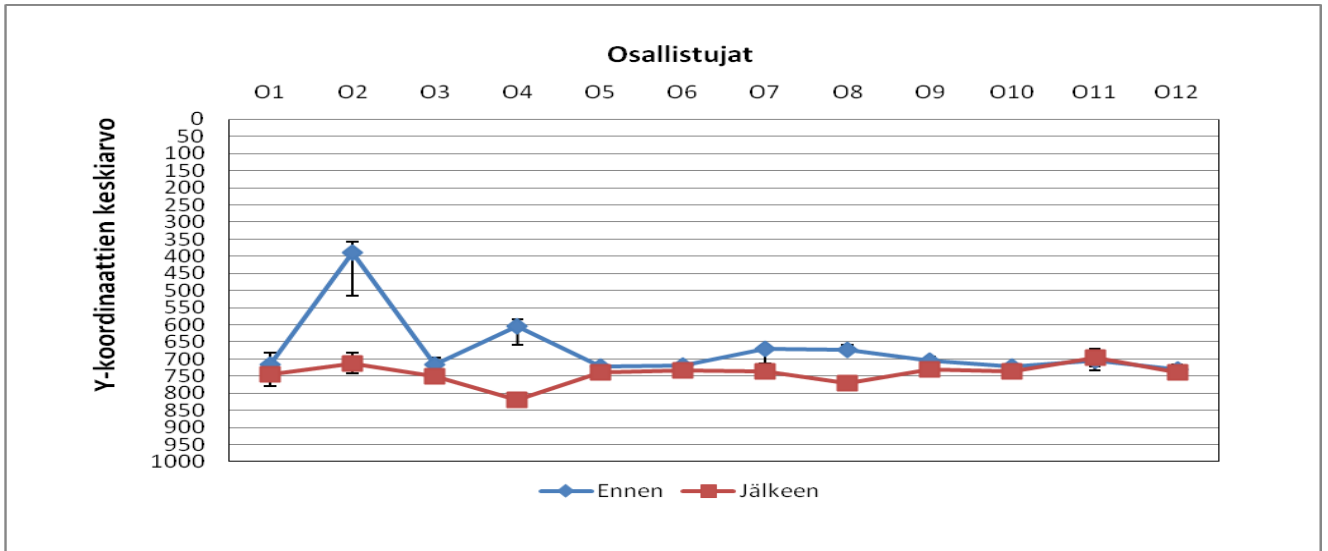
	Os. Lkm	Summa	Keskiarvo	Varianssi
Lyhyt	12	4042	337	9815
Pitkä	12	3772	314	4954
Ei	12	3426	285	3341

**Taulukko 6.1.** Tehtäväosioittain tehtävien suoritusajojen summat, keskiarvot ja varianssit (sekunneissa).

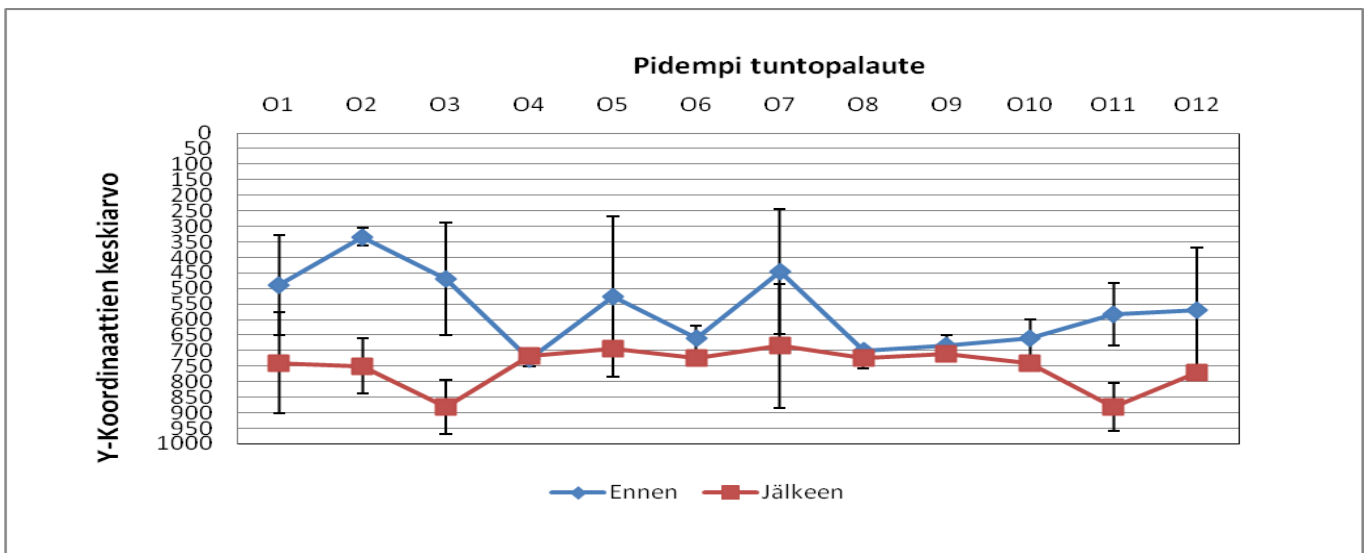


**Kuva 6.1.** Tehtäviin käytetty aika (sekunteina). Kuvaaja on piirretty perustuen viiden luvun yhteenvetoon (pienin arvo, alaneljännes, mediaani, yläneljännes ja suurin arvo).

Seuraavien tulosten laskemiseen valittiin yksi relevantti tehtävä tehtäväosioista, jotka sisälsivät tuntopalautteen. Kummastakin tehtäväosioista valittiin yksi tehtävä, jossa osallistuja joutui lukemaan tekstin alusta loppuun. Tämä tehtävä valittiin, koska tekstiä luettaessa niin sanottu epäluonnollinen katsekäyttäytyminen ilmenee paremmin, kuin esimerkiksi tiedon tai kuvan etsimistehtävässä näytöltä. Oletuksena oli, että osallistujan katse hyppää näytöllä (y-koordinaatti pienenee), jos hän säikähtää tai häiriintyy tuntopalautteesta. Ensin määritettiin jokaisen osallistujan tallennetusta fiksaatiodatasta kohta y-koordinaatin keskiarvoista, jossa hänen silmänsä osuivat ensimmäisen kerran aktiiviselle vieritysalueelle ja hän sai tuntopalautteen sormeensa. Kun vierityksen alkamiskohta y-koordinaatilla löydettiin, valittiin viisi fiksaation päättymiskohtaa y-koordinaatilla ennen ja jälkeen tuntopalautteen. Näistä arvoista laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat. Kuvissa 6.2. ja 6.3. ovat laskettuina y-koordinaattien keskiarvot ennen ja jälkeen palautteen jokaiselta osallistujalta. Kuvan 6.2. kuvaaja on konditiosta, joka sisältää lyhyen tuntopalautteen ja kuvan 6.3. kuvaaja on pidemmän tuntopalautteen sisältävästä konditiosta. Koska y-koordinaatti on kasvanut, nämä viivakuvaajat kertovat, että suurin osa osallistujista jatkoi tekstin lukemista normaalisti alaspäin näytöllä tuntopalautteesta huolimatta. Muutamilla osallistujilla y-koordinaatin arvo oli lähes sama ennen ja jälkeen palautteen. Kun y-koordinaatin arvo ei ole kasvanut merkittävästi se kertoo, etteivät osallistujat ole lukeneet liikkuvaa tekstiä vaan he ovat pysähtyneet vierittämään tekstiä vieritysalueelle tuntopalautteen saatuaan.



**Kuva 6.2.** Fiksaatioiden keskiarvot y-koordinaatilla ennen ja jälkeen lyhyen tuntopalautteen.

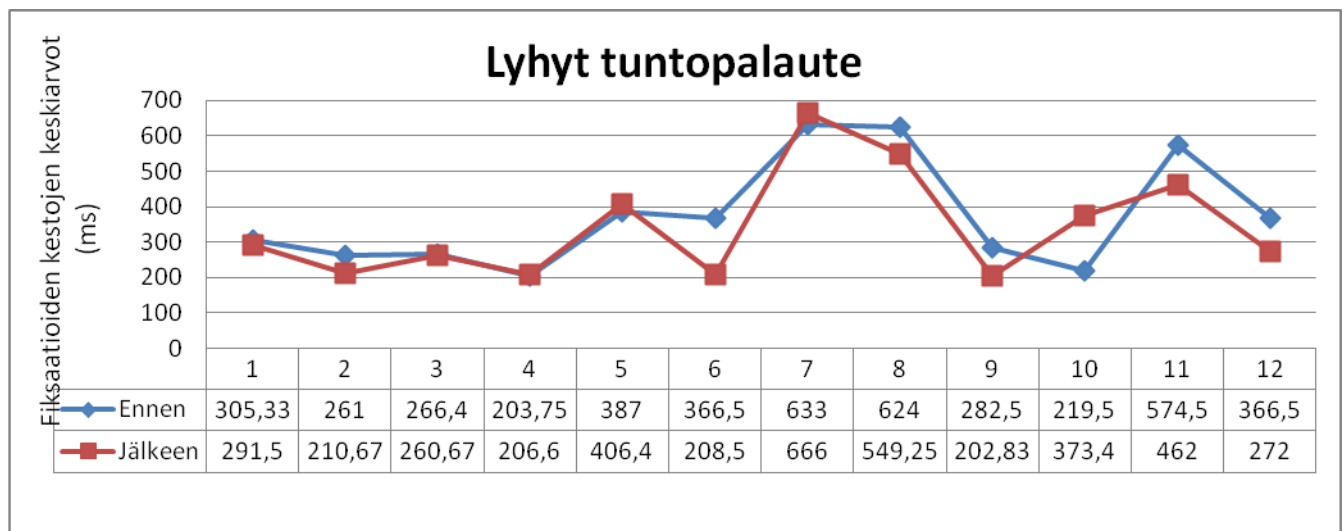


**Kuva 6.3.** Fiksaatioiden keskiarvot ja keskihajonnat y-koordinaatilla ennen ja jälkeen pidemmän tuntopalautteen.

Katseen kesto heijastaa sisäisen ymmärtämisprosessin suorittamista. Fiksaatioiden kesto vaihtelee riippuen tekstin vaikeudesta. Fiksaatiot ovat kestoiltaan pitkiä kun sana esiintyy harvoin, sana on temaattisesti tärkeä tai esiintyy lauseen lopussa. Kestoltaan pitkät fiksaatiot merkitsevät myös, että katsottava kohde on käyttäjälle uusi tai se sisältää paljon informaatiota. [Just & Carpenter, 1980; Rayner, 1998; Pan et al., 2004.] Lukiessa katsetta joutuu siirtämään rivillä sanasta toiseen, koska ihminen näkee tarkasti vain noin 11 kirjainmerkkiä yhdellä fiksaatiolla [Majaranta,

2012]. Fiksaatioiden lukumäärä puolestaan kertoo tiedonhaun tehokkuudesta, fiksaatioiden vähäinen määrä kertoo tehokkaasta hausta [Laarni, 2004].

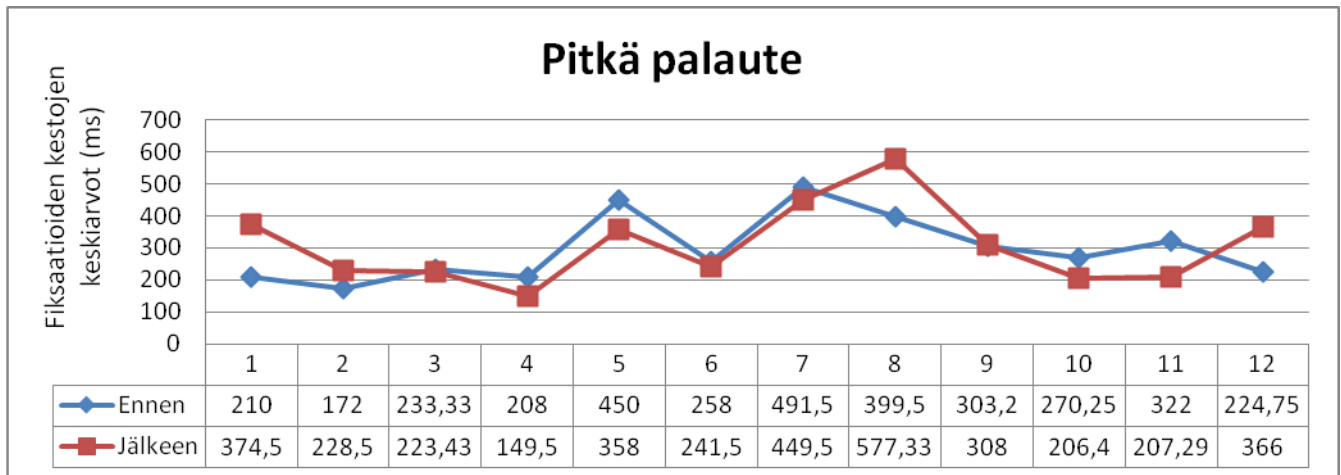
Fiksaatioiden kestojen keskiarvot laskettiin lukutehtävästä tehtäväosioista, jotka sisälsivät tuntopalautteen. Fiksaatioiden kestoja tarkasteltiin ajalta jolloin käyttäjä saa aktuaattorista värähdysten ja tästä vierityksen alkamiseen (noin 700 ms) sekä vastaavalta ajalta ennen aktuaattorin värähdystä. Näistä laskettiin jokaisen osallistujan kohdalta fiksaatioiden kestojen keskiarvot (ks. kuva 6.4.). Fiksaatioiden kestojen keskiarvot (n=12) ovat ajalta ennen tuntopalautetta 374,17 millisekuntia ja keskihajonta 74,09 sekä aktuaattorin värähdyksestä vierityksen alkamiseen 348,48 millisekuntia ja keskihajonta 70,61. Kaksisuuntaisen riippuvien otosten t-testin mukaan erojen keskiarvo 25,69 ei poikkeaa tilastollisesti merkitsevästi nolasta ( $t=0,507$ , parittaisen t-testin kaksisuuntainen p-arvo $>0,05$ ). Joten voidaan sanoa, ettei tuntopalaute häirinyt osallistujan keskittymistä tekstiä lukiessa. Täytyy kuitenkin huomioida, että tutkimuksen otoskoko on hyvin pieni.



**Kuva 6.4.** Fiksaatioiden kestoista keskiarvot aktuaattorin värähdyksestä vierityksen alkamiseen sekä vastaavalta ajalta ennen värähdystä.

Kuvassa 6.5. on kuvaaja fiksaatioiden kestojen keskiarvoista tehtäväosioista, joka sisälsi pidemmän tuntopalautteen. Tässäkin fiksaatioiden kestoja on tarkasteltu ajalta aktuaattorin värähdyksestä vierityksen alkamiseen (700 ms) ja vastaavalta väliltä ennen aktuaattorin tuottamaa värähdystä. Osalla osallistujista on ollut selvästi omanlainen lukemistapa niin kuin jo aiemmin y-koordinaatin arvoja tutkittaessa todettiin. Osa osallistujista luki tekstiä vain kun teksti oli paikoillaan. He ovat pysähtyneet ”tuijottamaan” vieritysaluetta ja odottamaan vierityksen alkamista saatuaan tuntopalautteen. Tämä osaltaan selittää erityisen korkeat fiksaatioiden kestot tuntopalautteen jälkeen, esimerkiksi osallistuja kahdeksan luki tekstiä tällä tavoin (ks. kuva 6.5.).

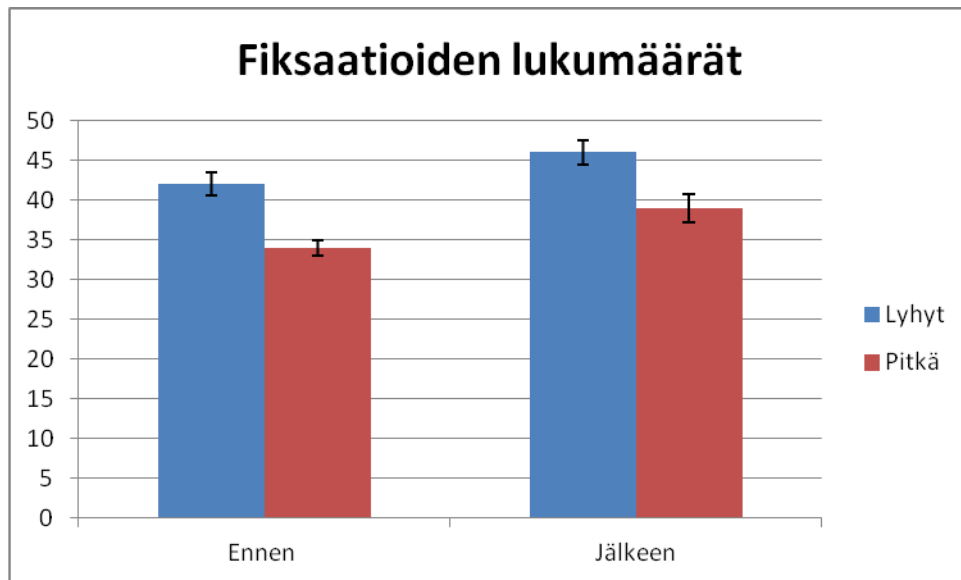
Fiksaatioiden kestojen keskiarvot (n=12) ovat ennen tuntopalautetta 295, 21 millisekuntia ja tuntopalautteen jälkeen noin 307, 50 millisekuntia. Kaksisuuntaisen riippuvien otosten t-testin mukaan erojen keskiarvo 12,29 ei poikkeaa tilastollisesti merkitsevästi nolasta ( $t=0,542$ , parittaisen t-testin kaksisuuntainen  $p\text{-arvo}>0,05$ ). Joten voidaan todeta, ettei pidempikään tuntopalaute vaikuttanut osallistujien fiksaatioiden kestoihin.



**Kuva 6.5.** Fiksaatioiden kestoista keskiarvot aktuaattorin värähdyksestä vierityksen alkamiseen ja vastaavalta ajalta ennen värähdystä.

Kuvassa 6.6. ovat pylväsdiagrammit fiksaatioiden lukumääristä vastaavalta ajanväliltä kuin fiksaatioiden kestoja tarkasteltiin. Fiksaatioiden lukumääriä tarkasteltiin erikseen pitkän ja lyhyen tuntopalautteen sisältävien konditioiden väliltä. Fiksaatioiden lukumäärissä ei ollut merkittäviä eroja. Ennen aktuaattorin värähdystä fiksaatioiden lukumäärien arvoiksi saatiin lyhyen palautteen konditiossa 42 (keskihajonta 1,45) ja pidemmän tuntopalautteen sisältävän kondition arvoksi 34 (keskihajonta 0,94). Vastaavat fiksaatioiden lukumäärät aktuaattorin värähdyksestä vierityksen alkamiseen olivat 46 ja keskihajonta 1,47 (lyhyen tuntopalautteen konditio) ja 39 sekä keskihajonta 1,81 (pidemmän tuntopalautteen konditio). Fiksaatioiden lukumäärät kasvoivat siis hieman kun osallistuja sai tuntopalautteen. Tarkempaa analysointia varten otoskoon olisi pitänyt olla suurempi.





**Kuva 6.6.** Fiksaatioiden lukumäärät konditioista, jotka sisälsivät palautteen aktuaattorin värähdyksestä vierityksen alkuun sekä vastaavalta ajalta ennen värähdystä.

## 6.2. Kyselylomakkeiden tulokset

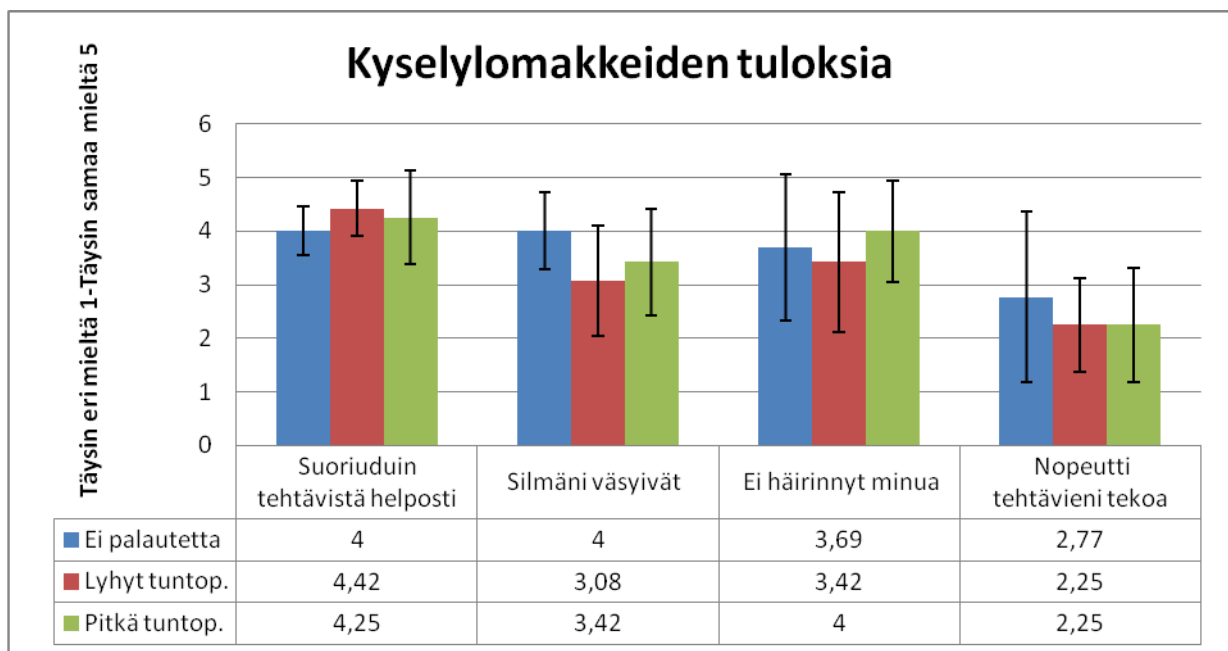
Kyselylomake täytettiin jokaisen testiosion jälkeen, jotta pystyttiin mittaamaan osallistujien kokemuksia katseella tapahtuvasta vierityksestä. Kyselylomake koostui Likert-asteikollisista kysymyksistä katseella tapahtuvan vierityksen väsyttävyydestä, helppoudesta, nopeudesta sekä siitä alkoiko automaattinen vieritys oikeassa kohdassa. Lomakkeilla oli kysymyksiä myös tuntopalautteen miellyttävyydestä, tarpeellisuudesta, kestosta, voimakkuudesta sekä siitä annettiinko tuntopalaute oikeassa kohdassa. Vastauskaala oli yhdestä (täysin eri mieltä) viiteen (täysin samaa mieltä). Kyselylomakkeet ovat kokonaisuudessaan liitteissä (ks. liite 3 ja 4)

Kuvassa 6.7. on kyselylomakkeista saatujen tulosten keskiarvot ja keskihajonnat tehtäväosioittain neljän kysymyksen osalta. Kuvasta 6.7. voidaan nähdä vertaamalla pylväsdiagrammeja, ettei näiden neljän kysymyksen osalta syntynyt tilastollisesti merkittäviä eroja eri konditoiden väleille. Osallistajat kokivat suoriutuvansa tehtävistä helposti riippumatta konditioista, tämän kysymyksen keskiarvot olivat arvon 4 (jokseenkin samaa mieltä) ja arvon 5 (täysin samaa mieltä) väliltä.

Osallistajat kokivat kuitenkin, ettei katseella tapahtuva vieritys tai siitä annettu tuntopalaute nopeuttanut tehtävistä suoriutumista. Väittämään: ”tuntopalaute nopeutti tehtävien tekoani”, saatiin molempien tehtäväosioiden vastauksien keskiarvoksi 2,25, mikä on arvojen jokseenkin erimieltä ja en osaa sanoa välistä. Tämän kysymyksen kohdalla pidemmän tuntopalautteen sisältävän kondition kohdalla tuli vastauksiin enemmän hajontaa. Automaattisen vierityksen keskiarvoksi saatiin 2,77.

Automaattista katseella tapahtuvaa vieritystä ei koettu häiritseväksi. Kysymykseen ”automaattinen vieritys ei häirinnyt minua” vastausten keskiarvoksi saatiin 3,69, mikä oli arvon 3 (en osaa sanoa) ja arvon 4 (jokseenkin samaa mieltä) väliltä. Mielenkiintoista on, että verrattaessa tuntopalautteen sisältäviä tehtäväosioita huomataan, että pidempikestoinen tuntopalaute koettiin vähemmän häiritseväksi kuin lyhyempi tuntopalaute. ”Tuntopalaute ei häirinnyt minua” kysymyksen vastausten keskiarvoksi saatiin 4 (jokseenkin samaa mieltä) pidemmän tuntopalautteen kohdalla. Vastaavasti lyhyen tuntopalautteen vastausten keskiarvoksi saatiin 3,42, mikä on arvojen ”en osaa sanoa” ja ”jokseenkin samaa mieltä” välistä. Tämä selittyy kuitenkin sillä, että otanta oli kooltaan pieni. Tämä kysymys aiheutti eniten hajontaa vastauksissa, mutta eri konditoiden väleiltä ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja niin kuin kuva 6.7. osoittaa.

Osallistujat arvioivat myös silmiensä väsymistä samalla asteikolla ja keskiarvot olivat 3 (en osaa sanoa) ja 4 (jokseenkin samaa mieltä) väliltä. On otettava huomioon, että silmien väsymykseen vaikuttavat myös muut tekijät kuten kellonaika ja yleinen vireystila.

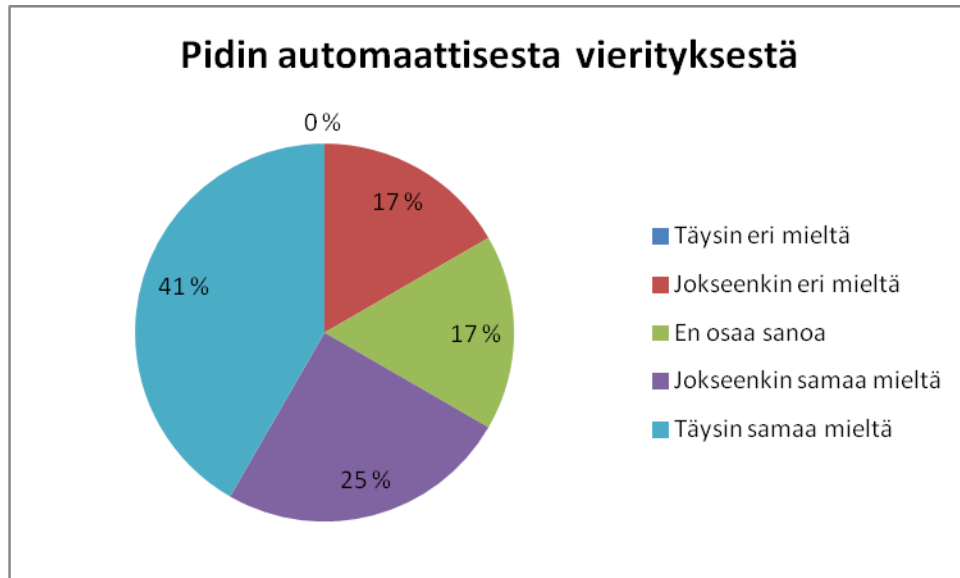


**Kuva 6.7.** kyselylomakkeiden eri konditoiden vastausten keskiarvot ja keskihajonnat neljän kysymyksen osalta.

Piirakkakaavio (ks. kuva 6.8.) osoittaa, että 66 % osallistujista piti automaattisesta vierityksestä. Osallistujista 17 % ei osannut sanoa, pitivätkö he katseella tapahtuvasta vierityksestä ja 17 % osallistujista oli jokseenkin eri mieltä tästä. Yleisesti ottaen voidaan siis sanoa, että osallistujat pitivät automaattisesta vierityksestä ja saivat tehtävät helposti suoritettua. Hyvin samanlaisia tuloksia saatiin kohdassa 3.2. esitetystä Zhangin ja muiden [2013] tutkimuksessa, missä tutkittiin

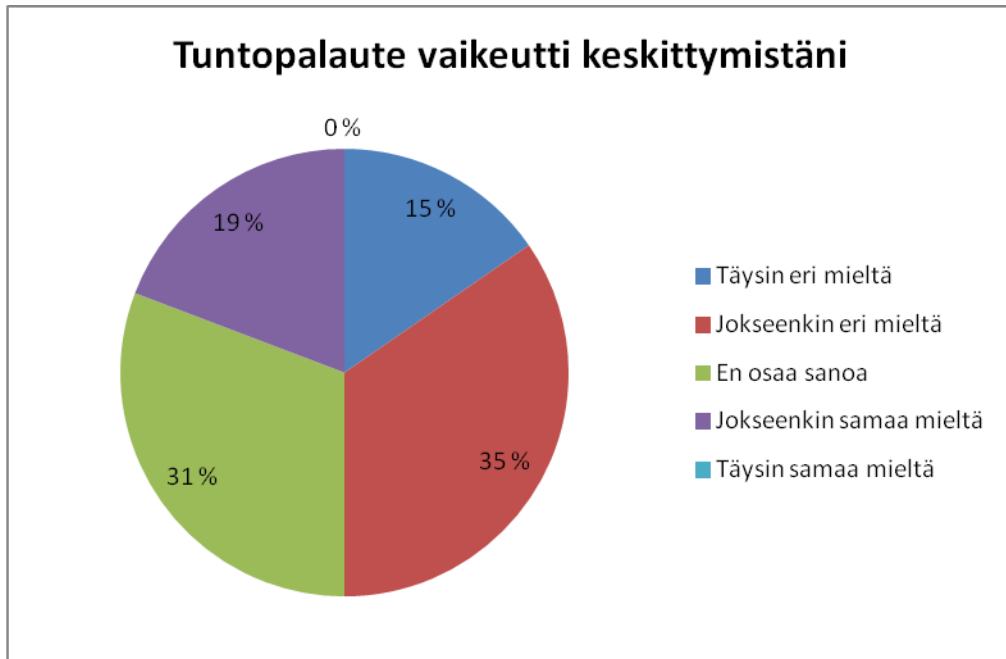
katseella tapahtuvaa näytöllä olevien objektien sivuttaista vieritystä. Katseella tapahtuvaa vieritystä pidetään spontaanina ja sujuvana.

Osallistujat pitivät myös lyhyestä ja pidemmästä tuntopalautteesta (ks. kuva 6.14.) vastausten keskiarvoksi saatiin 4,25 konditiosta, mikä sisälsi pidemmän tuntopalautteen ja lyhyen tuntopalautteen kondition keskiarvoksi saatiin 4,42.

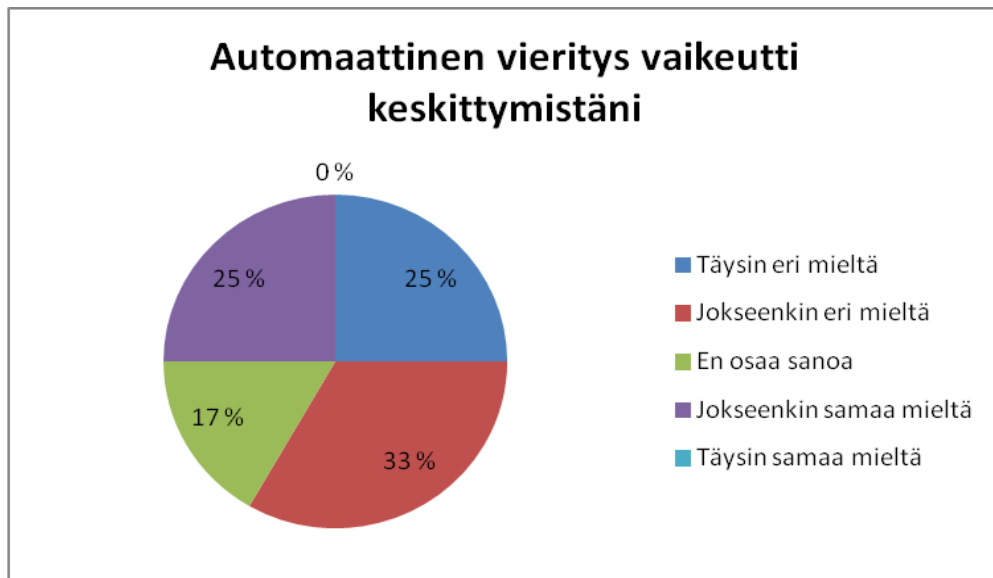


**Kuva 6.8.** Vastausten keskiarvot ja hajonta, pidin automaattisesta vierityksestä -kysymykseen.

Kuvien 6.9. ja 6.10. piirakkakaavioista näkee, etteivät osallistujat kokeneet tuntopalautteen tai automaattisen vierityksen vaikeuttaneen heidän keskittymistään tehtävien tekoon. Osallistujista 31 prosenttia ei osannut sanoa, vaikuttiko tuntopalaute heidän keskittymiseensä negatiivisesti. Vastaava luku automaattisen vierityksen osalta oli vain 17 prosenttia. 19 prosenttia osallistujista oli jokseenkin samaa mieltä siitä, että tuntopalaute vaikeutti heidän keskittymistään tehtäviä tehdessä. Automaattisen vierityksen osalta ilman tuntopalautetta vastaava luku oli 25 prosenttia. Kuitenkin 50 prosenttia osallistujista koki, ettei tuntopalaute vaikeuttanut heidän keskittymistään tehtäviin ja konditiossa, mikä ei sisältänyt tuntopalautetta vastaava luku oli 58 prosenttia.



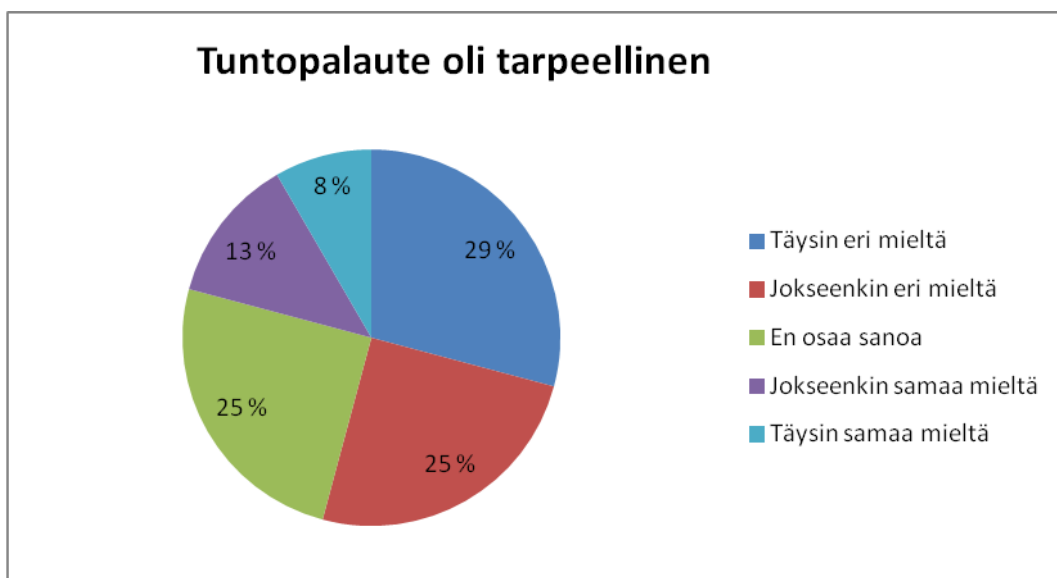
**Kuva 6.9.** Kahden tuntopalautetta sisältävän tehtäväosion vastausten keskiarvot, tuntopalaute vaikeutti keskittymistäni -kysymykseen.



**Kuva 6.10.** Vastausten keskiarvot tehtäväosion, joka ei sisältänyt tuntopalautetta.

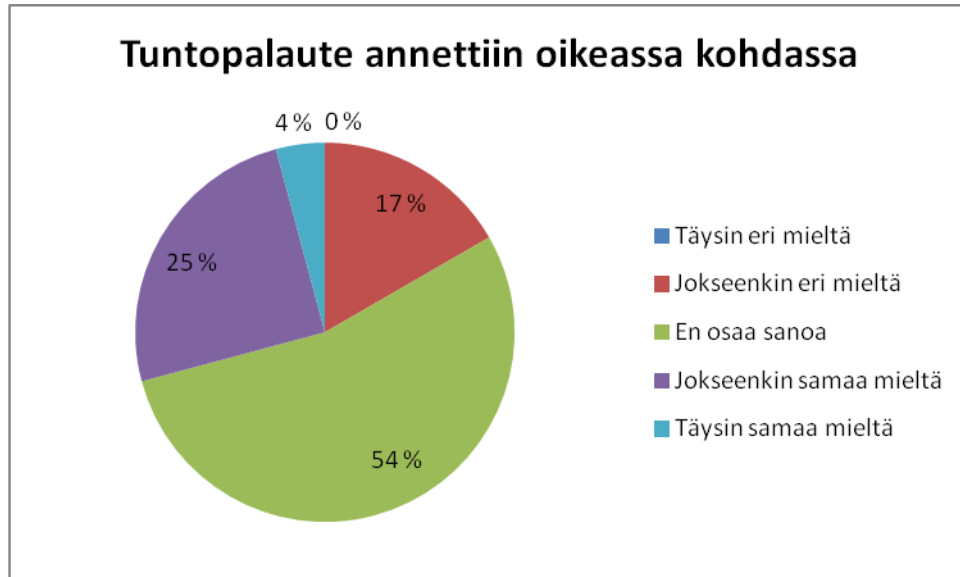
Kuvasta 6.11. näemme, että suurin osa osallistujista ei pitänyt tuntopalautetta tarpeellisena. Jopa 54 prosenttia osallistujista oli jokseenkin tai täysin erimieltä siitä, että tuntopalaute on tarpeellinen. Eroja ei juuri ollut tämän kysymyksen kohdalla kun vertailtiin pidempää ja lyhyempää

tuntopalautetta keskenään. Kyselylomakkeiden keskiarvo oli 2.3 (jokseenkin eri mieltä) tutkittaessa vain lyhyen tuntopalautteen tarpeellisuutta. Vastaavasti pidemmän tuntopalautteen tarpeellisuudesta saatiin lomakkeiden keskiarvoksi 2.6, mikä oli arvon 2 jokseenkin eri mieltä ja arvon 3 en osaa sanoa väliltä. Kysymys tuntopalautteen tarpeellisuudesta aiheutti eniten hajontaa vastauksissa. Ne osallistujat, jotka olivat ymmärtäneet tuntopalautteen tarkoituksen (osallistujista neljä) arvioivat tuntopalautteen tarpeelliseksi. Kuitenkin suuri osa osallistujista oli sitä mieltä, ettei katseella toimiva vieritys tarvitsisi tuntopalautetta.

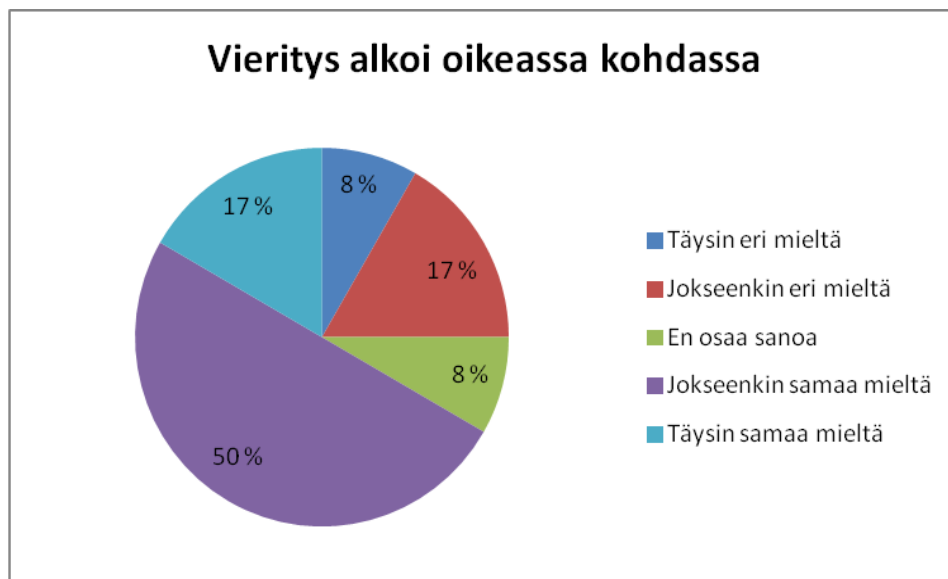


**Kuva 6.11.** Yhdistettynä vastaukset konditioista, jotka sisälsivät tuntopalautteen.

Kuvassa 6.12. on piirakkakaavio osallistujien vastauksista lomakkeen kysymykseen: ”Tuntopalaute annettiin oikeassa kohdassa”. Piirakkakaaviossa on yhdistettynä tehtäväosiot, joissa osallistujalle annettiin tuntopalaute. Vastauksista huomaa hyvin sen, että yli puolet osallistujista ei osannut sanoa tähän kysymykseen mitään, koska he eivät osanneet yhdistää tuntopalautetta alkavaan vieritykseen, niin kuin luvussa 6.3. todetaan. Tämä osaltaan selittää myös sen miksei tuntopalautetta pidetty tarpeellisena. Tuntopalautetta pidettiin varoituksena jostakin, mutta palautetta ei osattu yhdistää kohta alkavaan vieritykseen. Vastaavasti konditiossa, mikä ei sisältänyt tuntopalautetta, osallistujista 67 % kokivat, että katseella tapahtuva vieritys ilman tuntopalautetta alkoi oikeassa kohdassa (ks. kuva 6.13.).



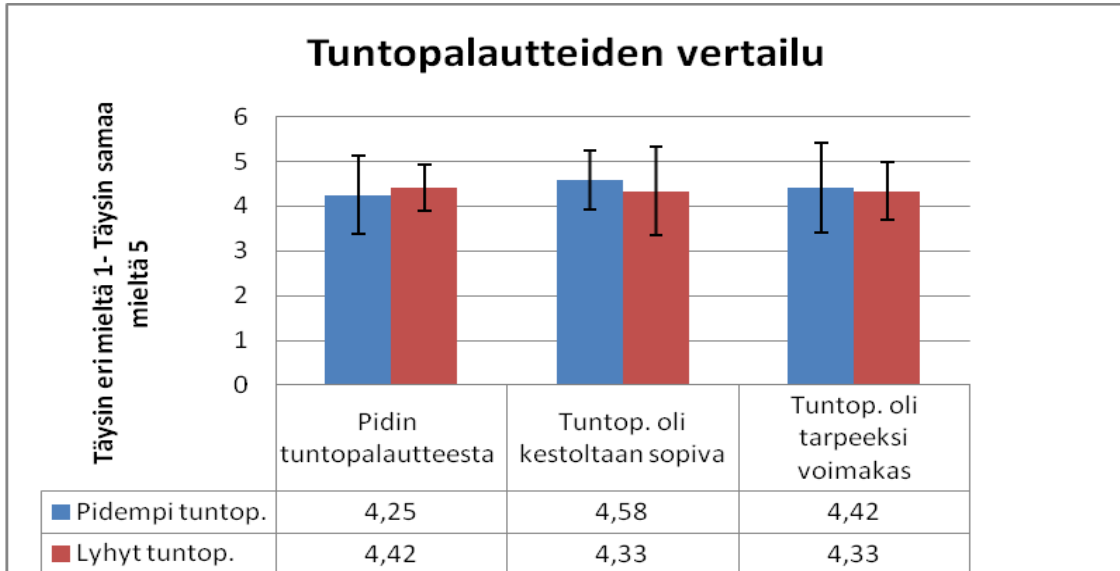
**Kuva 6.12.** Vastausten hajonta ja keskiarvot tuntopalautteen sisältävien konditoiden osalta.



**Kuva 6.13.** Vastausten hajonta ja keskiarvot konditiossa, jossa ei ollut palautetta.

Kuvassa 6.14. on vertailtu pidempää ja lyhyempää tuntopalautetta kysymyslomakkeiden vastausten perusteella. Pylväsdiagrammeista huomataan, ettei tilastollisesti merkitseviä eroja löytynyt tuntopalautteiden välillä. Tuntopalautteet koettiin tarpeeksi voimakkaiksi, kestoiltaan sopiviksi ja

miellyttäväiksi. Kaikkien kysymysten vastausten keskiarvot olivat arvon 4 (jokseenkin samaa mieltä) ja arvon 5 (täysin samaa mieltä) välissä.



**Kuva 6.14.** Tuntopalautteiden vertailu

### 6.3. Haastattelu

Haastattelukysymyksiä ja haastattelun runkoa oli luonnosteltu paperille etukäteen (ks. liite 5). Haastattelija esitti lähes samat kysymykset kaikille osallistujilla samassa järjestyksessä. Kokeen vetäjä saattoi tarvittaessa esittää tarkentavia kysymyksiä haastattelun aikana. Kyseessä oli rakenteeltaan puolistrukturoitu haastattelu. Haastattelun aikana näytöllä oli katseella toimiva vieritysohjelma auki. Kokeen vetäjä näytti jokaiselle osallistujalle piilotetut vieritysalueet sekä sen missä kohtaa tuntopalaute annettiin osallistujille. Tässä luvussa käsitellään tiivistetysti osallistujien haastatteluvastaukset, kehitysideat sekä testin aikana esille tulleita kommentteja.

Tuntopalautetta ei yleisesti ottaen koettu häiritsevänä eikä ärsyttävänä tehtäviä tehdessä. Kysyttäessä osallistujilta: ”ymmärsivätkö he tuntopalautteen tarkoituksen?” Selvisi, että suurin osa (kahdeksan osallistujaa) ei ymmärtänyt palautteen tarkoitusta. Neljä osallistujaa ymmärsi tuntopalautteen tarkoituksen ja he pitivät sitä tarpeellisena varsinkin alussa ennen kuin oppivat vieritysalueet. Kahdeksan muuta osallistujaa eivät ymmärtäneet tuntopalautteen merkitystä eivätkä kokeneet sitä tarpeellisena. Kun testinvetäjä kertoi tuntopalautteen tarkoituksen ja näytti piilossa olevat vieritysalueet, monet osallistujista sanoivat, että tieto palautteen tarkoituksesta olisi vaikuttanut heidän arvioihinsa tuntopalautteen tarpeellisuudesta.

Seuraavaksi esittelen muutamia kommentteja, joita osallistujat kertoivat testitehtävien aikana. Lisäksi alla on esitetty vastauksia kysymykseen, tuntopalautteen tarpeellisuudesta ja sen tarkoituksen ymmärtämisestä.

*”Apua, en ymmärrä miksi tää värisee.” (naurua) ”Oonko mä niin tyhmä kun tää värisee.”*

*”En, en ymmärtänyt värinän tarkoitusta. Mä luulin, että sen tarkoitus oli häiritä mun tehtävien tekoa.”*

*”Ei ole tarpeellinen. Näen, että vieritys alkaa ja se palaute riittää mulle.”*

*”En kokenut, en osannut liittää palautetta vieritykseen. En vain ymmärtänyt sen pointtia.”*

*”Aluksi koin (palautteen tärkeäksi), mutta kun olin oppinut vieritysalueet, en tarvinnut enää (palautetta).”*

Haastattelun aikana osallistujia pyydettiin laittamaan palautteet paremmuusjärjestykseen, sen mukaan mistä palautteesta pitivät eniten. Kahdeksan osallistujaa laitoi ensimmäiseksi ilman tuntopalautetta katseella toimivan vierityksen. Kaksi osallistujista kertoi pitävänsä eniten vierityksestä, johon oli yhdistettynä lyhyt värinäpalaute ja kaksi osallistujista piti pidempää värinäpalautetta parhaimpana. Enemmistö osallistujista (kahdeksan osallistujaa) pitivät eniten pelkästä visuaalisesta palautteesta ja vähiten pitkästä tuntopalautteesta. Yleisimmät perustelut valinnoille olivat, että vierityksen alkaminen riittää palautteeksi, eikä varoitusta kohta alkavasta vierityksestä koettu tarpeelliseksi. Pidempi värinä palaute koettiin hiukan ärsyttävänä ja muutamista osallistujista tuntui, että värinä oli ”koko ajan päällä”.

Tutkimuksessa oli kaksi osallistujaa, jotka käyttivät onnistuneesti vieritystä lukutehtävässä, mutta eivät huomanneet katseen avulla tapahtuvaa vieritystä. Tämä ilmeni tehtäväosiossa, missä ei ollut tuntopalautetta. Kun lukutehtävätehtävästä siirryttiin kuvan etsintä tehtävään, osallistujat kysyivät testin vetäjältä: ”Miten saan vieritettyä sivua alaspäin?”. Tämä kertoo siitä, että tekstin vieritys katseen avulla oli tapahtunut lukutehtävässä hyvin luonnollisesti. Konditiot joissa osallistuja sai tuntopalautteen vieritysalueesta, ei ilmennyt samanlaista hämmennystä.

Haastattelussa kysyttiin osallistujilta jatkokehitysideoita katseella toimivaan vieritykseen ja siitä saatavaan palautteeseen. Monet mainitsivat, että tiedon hakutehtävissä olisi hyvä olla jokin pikanäppäin millä saisi vieritettyä sivun kerralla nopeasti loppuun ja alkuun. Yksi osallistujista sanoi, että tuntopalautteen voisi antaa silloin kun katseenseurantalaite kadottaa käyttäjän silmät. Tämä on hyvä jatkokehitysidea ja näin tuntopalautteen tulkinta saattaisi helpottua. Kuten luvussa 4.3. todettiin ihmisten mielikuvat vaikuttavat paljon palautteiden tulkintaan. Yksi osallistujista



ehdotti, että vieritysalueesta voisi antaa visuaalisen palautteen, esimerkiksi jokin pieni haihtuva nuoli ilmestyisi sivun ylä- ja alareunaan katseen osuessa vieritysalueelle. Kolme osallistujaa toivoi vieritykseen eri nopeusvaihtoehtoja, mutta olivat kuitenkin sitä mieltä, että tekstiä luettaessa tarkemmin tämä ei olisi tarpeellista. Yksi osallistujista sanoi, että tekstin pysäyttäminen oli hänestä vaikeaa, silloin kun hän luki tekstiä näytön alalaidassa. Luvussa 3.2. esiteltiin tutkimus jossa tutkittiin katseella toimivaa sivuttaista vieritystä. Tässä tutkimuksessa, osallistujat totesivat myös, että oli vaikeaa saada vieritettyä objekti keskelle näyttöä, koska vierityksen toimiminen vaati katsomista näytön reunaan. Seuraavaksi esitetään muutamia osallistujien vastauksia, kysyttäessä heiltä jatkokehitysideoita katseella toimivaan vieritykseen, tai siitä annettavaan palautteeseen.

*”Nopeusvaihtoehtoja voisi olla. Nopeus voisi kiihtyä, esimerkiksi toista silmää räpsäyttämällä.”*

*”Kun tietoa etsi (sivulta), vieritys olisi voinut olla nopeampaa. Lukutehtävissä oli kuitenkin hyvä.”*

*”Teksti oli hankala pysäyttää alas, jos lukee. Haluaisin jonkin pysäytys painikkeen.”*

*”Ei näytölle mitään sekoittamaan, värinä on toimiva. Tämän pitäisi olla kuitenkin valittavissa oleva toiminto, jos käytät näkövieritystä. Voisit itse valita onko värinä päällä vai ei niin kuin kännykässä.”*

Jatkokehitysideoita tuli myös yleisesti katseella toimiviin käyttöliittymiin. Yksi osallistuja ehdotti katseella toimivaa suurennosta, millä pystyisi halutessaan isontamaan tekstiä ja hakukenttää, johon voisi kirjoittaa katseella hakusanan ja hakea tekstistä. Neljä osallistujista kaipasi myös, että sivuilla olevat linkit olisivat toimineet katseella.

## **7. Pohdinta ja johtopäätökset**

Katseella tapahtuvaa vieritystä ja siihen yhdistettyjä palautteita on tutkittu hyvin vähän. Tässä tutkimuksessa haluttiin yhdistää tuntopalaute katseella tapahtuvaan vieritykseen, koska tuntopalautteen käyttö on yleistynyt monissa laitteissa. Tuntopalaute on myös yksityistä eikä vie käyttäjän visuaalista huomiota käyttökontekstista. Luvussa 7.1. esitetään johtopäätökset tutkimuksen tuloksiin perustuen ja luvussa 7.2. pohditaan jatkotutkimusideoita.

### **7.1. Johtopäätökset**

Yleisesti ottaen kyselylomakkeiden vastauksista selvisi, että osallistujat pitivät katseella toimivasta vierityksestä sekä tuntopalautteista. He eivät kuitenkaan kokeneet, että automaattinen vieritys tai vieritysalueista saatu tuntopalaute olisi nopeuttanut tehtävien tekoa. Tämän todistaa myös tehtäväosioittain lasketut suoritusajat, joissa ei ollut tilastollisesti merkittäviä eroja eri konditioiden

välillä. Tuntopalautteen käyttö ei siis nopeuttanut tehtävien tekoa. Kun vertailtiin pidemmän ja lyhyemmän tuntopalautteen voimakkuutta, kestoja ja mielekkyyttä, ainakaan näin pienellä otannalla ei tilastollisesti merkittäviä eroja syntynyt. Haastattelussa kuitenkin enemmistö (kahdeksan osallistujaa) kertoi pitävänsä eniten konditiosta, jossa ei ollut lainkaan tuntopalautetta ja vähiten konditiosta, joka sisälsi kestoiltaan pidemmän tuntopalaute.

Tutkittaessa vaikuttiko tuntopalaute häiritsevästi osallistujien lukemiseen tai keskittymiseen, osallistujien katsekäyttämisestä ei löytynyt merkittäviä muutoksia. Fiksaatioiden muutoksia tutkittaessa huomattiin, että osallistajat jatkoivat lukemista normaalisti alaspäin, vaikka he saivat tuntopalautteen. Kenenkään osallistujan katse ei ”hypännyt” tai vaihtanut merkittävästi paikkaa näytöllä. Koska osallistajat jatkoivat normaaliin tapaan lukemista, voidaan tästä tehdä päätelmä, etteivät osallistajat pelästyneet tai häiriintyneet tuntopalautteesta. Fiksaatioiden kestoja vertailtiin ajalta aktuaattorin tuottamasta värinästä vierityksen alkuun (n. 700 ms) ja vastaavalta ajalta ennen värinää. Fiksaatioiden kestoissa ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja. Joitakin suuria eroja fiksaatioiden kestoista löytyi yksittäisiltä osallistujilta, johtuen heidän erilaisesta lukutavastaan. Fiksaatioiden lukumäärät laskettiin myös aktuaattorin tuottamasta värinästä vierityksen alkamiseen ja vastaavalta ajalta ennen kuin osallistuja sai värinäpalautteen. Fiksaatioiden lukumääristäkään ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja. Kyselylomakkeista saadut tulokset tukevat katsedatasta saatuja tuloksia. Osallistajat eivät kokeneet tuntopalautetta häiritseväksi tai, että se olisi vaikeuttanut heidän keskittymistään tehtäviin.

Tutkimuksen ongelmaksi muodostui se, etteivät osallistajat osanneet yhdistää tuntopalautetta kohta alkavaan vieritykseen, joten suurin osa osallistujista ei kokenut tuntopalautetta tarpeelliseksi eivätkä he myöskään osanneet sanoa annettiinko palaute oikeassa kohdassa. Tähän olisi todennäköisesti voinut vaikuttaa säätämällä vierityksen viiveaikaa lyhyemmäksi. Kyselylomakkeiden tuloksista ja haastattelun vastauksista huomaa, miten tieto ja ymmärrys siitä mitä tuntopalaute tarkoittaa vaikuttaa osallistujien käyttäjäkokemukseen ja tuntopalautteen vaikutukseen. Osallistajat, jotka ymmärsivät tuntopalautteen tarkoituksen (neljä osallistujaa), pitivät tuntopalautetta tarpeellisena opetellessaan aktiivisia vieritysalueita. Tuntopalaute voi toimia myös tapana peruuttaa toiminto ennen kuin se tapahtuu. Esimerkiksi jos käyttäjä ei halua, että sivu vaihtuu tai ei vielä tahdo vierittää tekstiä, tuntopalaute varoittaa käyttäjää kohta alkavasta vierityksestä katse-aktiivisen alueen reunan ylityksen kohdalla. Näin käyttäjä voi halutessaan palata takaisin staattiselle alueelle eikä vieritystä tai sivun vaihtoa tapahdu. Osallistajat eivät osanneet käyttää tuntopalautetta apunaan toiminnon peruuttamisessa, koska eivät ymmärtäneet tuntopalautteen merkitystä. Kyselylomakkeiden tulokset käyttäjäkokemuksesta ja tuntopalautteen tarpeellisuudesta sekä vaikutuksesta olisivat voineet olleet merkittävästi toisenlaiset, jos osallistajat olisivat ymmärtäneet tuntopalautteen tarkoituksen oikein. Tutkimus osoittaa, että palautteiden tulkinta ei ole yksiselitteistä ja se vaikuttaa käyttäjäkokemukseen. Tuntopalautteen suunnittelussa ja käytössä täytyy miettiä tarkasti, missä tilanteissa palautteesta on todellista hyötyä ja kuinka paljon tuntopalautetta on tarkoituksenmukaista käyttää. Tutkimusongelmaan saatiin vastaus, mutta jatkotutkimusta katseella toimivasta vierityksestä ja siitä saatavasta tuntopalautteesta tarvitaan.

## 7.2. Jatkotutkimusideat

Tutkimus osoitti, että tuntopalaute ei vaikeuttanut osallistujien keskittymistä eikä häirinnyt heitä. Mielenkiintoista oli kuitenkin se, etteivät kaikki osallistujat tienneet tuntopalautteen tarkoitusta. Seuraavassa tutkimuksessa lyhentäisin tuntopalautteen ja vierityksen alkamisen välistä viiveaikaa. Näin käyttäjät ehkä osaisivat yhdistää tuntopalautteen kohta alkavaan vieritykseen. Vaikka tutkimuksen 12 osallistujasta 11 oli noviiseja kasteenseurantalaitteen käytössä, heistä 700 millisekunnin viiveaika tuntui liian pitkältä. Seuraavassa tutkimuksessa kannattaisi miettiä myös miten käyttäjää voisi ohjeistaa paremmin tuntopalautteesta. Yksi mahdollisuus olisi myös lisätä harjoitustehtävä ennen varsinaisen testin alkua, jolloin käyttäjä pystyisi rauhassa kokeilemaan vieritystä ja vieritysalueista saatavaa tuntopalautetta.

Tuntopalautteen paikkaa voisi myös miettiä ja tutkia, olisiko parempi jos värinä annettaisiinkin, esimerkiksi silloin kun katseenseurantalaite kadottaa käyttäjän silmät. Tämä ajatus tuli tutkimukseen osallistuneelta henkilöltä haastattelun aikana. Tällöin täytyisi kyllä sulkea pois silmien luonnollinen räpsyttely, ehkäpä tähänkin voisi säätää viiveajan.

Jatkotutkimusta ehdottomasti tarvitaan katseella toimivan vierityksen parissa. Sähköisten e-kirjojen ja lehtien kasvaneen lukemisen ja katseenseurantalaitteiden hintatason laskemisen myötä saattaa hyvinkin olla mahdollista, että meillä jokaisella on tulevaisuudessa oma katseella toimiva laite tai lukualusta. Tobii-yhtiö on kehittänyt katseentunnistuslaitteen, mikä sopii kannettavaan tietokoneeseen tai tablettiin [Lisätietoa esimerkiksi: Tobii X2-60]. Se on kuitenkin vielä liian kookas pieneen matkapuhelimeen. Tulevaisuudessa jatkotutkimuksen suorittamista voisi miettiä kädessä pidettävällä katseohjattavalla tabletilla, koska tableteilla sähköisten kirjojen ja lehtien lukeminen on yleistynyt. Näin käyttäjä säästyisi manuaaliselta kosketusnäytön painamiselta tai pyyhkäisyltä sivuja kääntäessään. Sivut vaihtuisivat automaattisesti tai teksti vierisi käyttäjän lukemaan suuntaan.

## 8. Lähdeluettelo

[Akamatsu et al., 1995] Akamatsu, M., MacKenzie, I. S., Hasbrouq, T. 1995. A comparison of tactile, auditory, and visual feedback in a pointing task using a mouse-type device. *Ergonomics* 38, 816-827.

[Akamatsu & MacKenzie, 1996] Akamatsu, M., MacKenzie, I. S. 1996. Movement characteristics using a mouse with tactile and forcefeedback. *International journal of Human-Computer Studies* 45, 483-493.

[Biedert et. al., 2010] Biedert, R., Buscher, G., Schwarz S., Moller, M., Dengel, A. 2010. The text 2.0 framework: Writing Web-Based Gaze-Controlled Realtime Applications Quickly and Easily. Available at <http://data.text20.net/documentation/paper.text20framework.pdf>

[Dix et al., 2004] Dix, A., Finlay, J., Abowd, G.D., Beale, R. 2004. Human-Computer Interaction 3<sup>rd</sup> edition. Pearson Education Limited, 14-22.

[Donegan et. al., 2005] Donegan, M., Oosthuizen, L., Bates, R., Daunys, G., Hansen, J.P., Joos, M., Majaranta, P., Signorile, I. 2005. D3.1 User requirements report with observations of difficulties users are experiencing. Communication by Gaze Interaction (COGAIN).

[Drewes & Schmidt, 2007] Drewes, H., Schmidt, A. 2007. Interacting with the Computer using Gaze Gestures. In. *Proceedings of Human-computer Interaction (INTERACT 2007)*, Springer, 475-488.

[Duchowski, 2007] Duchowski, A. T. 2007. Eye Tracking Methodology: Theory and Practice, 2<sup>nd</sup> edition. Springer, 52–61.

[ExtremeTech] ExtremeTech, “Samsung Galaxy S4 to feature eye-tracking tech, though we`re not entirely sure how.” Available at <http://www.extremetech.com/computing/150031-samsung-galaxy-s4-to-feature-eye-tracking-tech-though-were-not-entirely-sure-how> (6.5.2014)

[Gentner & Nielson, 1996] Gentner, D., Nielsen, J. 1996. The anti-mac interface. *Communications of the ACM*, 39, 70-82.

[Gips & Olivieri, 1996] Gips, J., Olivieri, C.P. 1996. EagleEyes: An Eye Control System for Persons with Disabilities. The Eleventh International Conference on Technology and Persons with Disabilities. Los Angeles. Available at [www.cs.bc.edu/~gips/EagleEyes](http://www.cs.bc.edu/~gips/EagleEyes) (11.4.2014)

[Goldberg & Wichansky, 2003] Goldberg, J.H., Wichansky, A.M. 2003. Eye tracking in usability evaluation: A practitioner's guide. In Hyönä, J., Radach, R. & Deubel, H. (Eds.) *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*. Amsterdam: Elsevier Science, 493–516.

[Hansen et al., 2003] Hansen, J.P., Johansen, A.S., Hansen, D.W., Itoh, K., Mashino, S. 2003. Command without a click: dwell time typing by mouse and gaze selections. In M. Rauterberg, M. Menozzi and J. Wesson (Eds.) In *Proceedings of 9th IFIP TC13 International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT'03)*, Amsterdam: IOS. 121-128.

[Hapimm, 2014] Hapimm-projektin Internet sivut, 2014. Haptic perception and interaction in mobile and multimodal contexts. Yhteishanke Tampereen yliopiston, Tampereen teknillisen yliopiston ja Stanfordin yliopiston (USA) välillä. Saatavilla: <http://hapimm.cs.uta.fi/fi/research.php> (11.4.2014)

[Hiltunen et al., 2006] Hiltunen, E., Holmberg, P., Kaikkonen, M., Lindlom-Yläne, S., Nienstedt, W., Wähälä, K. 2006. Galenos – Ihmiselimitys kohtaa ympäristön. Werner Söderström osakeyhtiö, 312-328.

[Hyrskykari et al., 2012] Hyrskykari, A., Istance, H., Vickers, S. 2012. Gaze gestures or dwell-based interaction? In *Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research and Applications*, ACM, 229-232.

[Istance et al., 1996] Istance, H.O., Spinner, C., Howarth, P.A. 1996. Providing motor impaired users with access to standard Graphical User Interface (GUI) software via eye-based interaction. In *Proceedings of the 1st European Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies*. 109-116. Available at [http://www.icdvrat.reading.ac.uk/1996/papers/1996\\_13.pdf](http://www.icdvrat.reading.ac.uk/1996/papers/1996_13.pdf) (18.2.2014)

[Jakob & Karn, 2003] Jakob, R. J. K., Karn, K. S. 2003. Eye Tracking in human Computer interaction and usability research: Ready to deliver promises. In Hyönä, J., Radach, R. & Deubel, H. (Eds.), *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*. Elsevier Science, Amsterdam The Netherlands, 73-605.

[Jones et al., 2007] Jones, C.M., Young, J.J., Gray, R., Spence, C. & Tan, C.H. 2007. An Eyetracker Study of the Haptic Cuing of Visual Attention. WHC, 557-558. Available at <http://dx.doi.org/10.1109/WHC.2007.22> (11.4.2014)

[Juang et al., 2005] Juang, K., Jasen, F., Katrekar, A., Ahn, J. & Duchowski, A.T. 2005. Use of eye movement gestures for Web browsing. Clemson University. Available at <http://andrewd.ces.clemson.edu/courses/cpsc412/fall05/teams/reports/group2.pdf> (7.5.2014)

[Just & Carpenter, 1980] Just, M. A. & Carpenter, P. A. 1980. A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review* 87, 329-354. Available at [http://works.bepress.com/marcel\\_just\\_cmu/64](http://works.bepress.com/marcel_just_cmu/64) (11.4.2014)

[Kangas et al., 2014] Kangas, J., Akkil, D., Rantala, J., Isokoski, P., Majaranta, P. & Raisamo, R. 2014. Gaze Gestures and Haptic Feedback in Mobile Devices. In *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 435-438.

[Krol et al., 2009] Krol, L.R., Aliakseyeu D. & Subramanian, S. 2009. Haptic Feedback in Remote Pointing. In *Proceedings of Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 3763-3768.

[Kumar & Winograd, 2007] Kumar, M. & Winograd, T. 2007. Gaze-enhanced Scrolling Techniques. In *Proceedings of the 20th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, ACM, 213-216.

[Laarni, 2004] Laarni, J. 2004. Silmänliikkeiden rekisteröinti käyttöliittymien tutkimuksessa. *Psykologia*, 2, 134-142.

[Lehtinen, 2005] Lehtinen, M. 2005. Katseenseuranta. Ovaska, S., Aula, A., Majaranta, P. (toim.) 2005. Käytettävyydestutkimuksen menetelmät, 223-236. Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelytieteiden laitos B-2205-1. Saatavilla: <http://www.cs.uta.fi/usabsem/luvut/15-Lehtinen.pdf> (11.4.2014)

[Lehtinen et al., 2012] Lehtinen, V., Oulasvirta, A., Salovaara, A. & Nurmi, P. 2012. Dynamic tactile guidance for visual search tasks. In *Proceedings of the 25th annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST '12)*. ACM, 445-452. Available at <http://www.mpi-inf.mpg.de/~oantti/pubs/vibrotactileguidance.pdf> (27.3.2014)

- [Linjama & Kaaresoja, 2003] Linjama, J. & Kaaresoja, T. 2003. Värinäilytys, tuntopalaute ja haptiikka mobiililaitteissa. Akustinen seura ry. Saatavilla: [http://www.akustinenseura.fi/wp-content/uploads/2013/08/aku03\\_85-90.pdf](http://www.akustinenseura.fi/wp-content/uploads/2013/08/aku03_85-90.pdf) (27.3.2014)
- [Majaranta, 2009] Majaranta, P. 2009. Text Entry by Eye Gaze. University of Tampere, Dept. of Computer Science, dissertations in interactive technology, 11.
- [Majaranta, 2012] Majaranta, P. 2012. Katseenseuranta syötemenetelmänä. Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelytiede, 34, 54-71. Saatavilla: <http://www.cse.tkk.fi/fi/tkt-lehti/a34/majaranta.pdf>
- [Majaranta et al., 2006] Majaranta, P., MacKenzie, I.S., Aula, A., Räihä, K.-J. 2006. Effects of feedback and dwell time on eye typing speed and accuracy. *Universal Access in the Information Society*, 5, 199-208.
- [Majaranta & Räihä, 2002] Majaranta, P., Räihä, K.-J. 2002. Twenty years of eye typing: systems and design issues. In *Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research & Applications. ETRA 2002*, New York: ACM. 15-22.
- [Majaranta & Räihä, 2007] Majaranta, P., Räihä, K.-J. 2007. Text Entry by Eye Gaze: Utilizing eye tracking. In MacKenzie, S. and Takana-Ishii, K. *Text Entry Systems: Mobility, Accessibility, Universality*. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, USA, 175-186.
- [Oakley et al., 2000] Oakley, I., McGee, M.R., Brewster, S., Gray, P. 2000. Putting the feel in "look and feel". In *Proceedings of the ACM CHI 2000 Human Factors in Computing Systems Conference*, ACM, 415-422.
- [Ohno, 1998] Ohno, T. 1998. Features of eye gaze interface for selection tasks. In *Proceedings of the 3rd Asia Pacific Computer-Human Interaction (APCHI'98)*. Washington, DC: IEEE Computer Society, 1761-82.
- [Pan et al., 2004] Pan, B., Hembrooke, H.A., Gay, G.K., Granka, L.A., Feusner, M.W., Newman, J.K. 2004. The determinants of web page viewing behavior: An eye-tracking study. In *Proceedings of Eye Tracking Research & Applications (ETRA)*. ACM, 147-154.
- [Pitts et al., 2009] Pitts M.J., Burnett G., Skrypchuk L., Wellings T., Attridge A., Williams M.A. 2012. Visual-haptic feedback interaction in automotive touchscreens. In *Proceedings of the 1st International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*. ACM, 7-16.

[Rantala & Raisamo, 2011] Rantala, J., Raisamo, J. 2011. HUI 2011: Tactile sensing & Feedback. Lecture slides.

[Rayner, 1998] Rayner, K. 1998. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372-422.

[Renaud & Cooper, 2000] Renaud, K., Cooper, R. 2000. Feedback in Human-computer Interaction-characteristics and recommendations. *South African Computer Journal*, 105-114.

[Rosenzweig et al., 1999] Rosenzweig, M.R., Leiman, A.L., Breedlove, S.M. 1999. *Biological Psychology: An Introduction to Behavioral, Cognitive and Clinical Neuroscience*. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.

[Schnipke & Todd, 2000] Schnipke, S.K., Todd, M.W. 2000. Trials and Tribulations of using an Eye-tracking System. In *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 273-274.

[Sharmin et al., 2013] Sharmin, S., Špakov, O., Rähä, K.-J. 2013. Reading On-Screen Text with Gaze-Based Auto Scrolling. In *Proceedings of the Eye Tracking South Africa*, ETSA, 24-31.

[Skovsgaard et al., 2011] Skovsgaard, H., Rähä, K.-J., Tall, M. 2011. Computer Control by Gaze. In Majaranta et al. (Eds.), *Gaze Interaction and Applications of Eye Tracking: Advances in Assistive Technologies*, 78–102. IGI Global.

[Špakov, 2008] Špakov, O. 2008. iComponent Device-Independent Platform for Analyzing Eye Movement Data and Developing Eye-Based Applications.

[Špakov, 2012] Špakov, O. 2012. ETU-Driver. Available at <http://www.sis.uta.fi/~csolsp/projects.php> (11.4.2014)

[Špakov, 2013] Špakov, O. 2013. Previewable scrolling by gaze. In K. Holmqvist, F. Mulvey & R. Johansson (Eds.), *Book of Abstracts of the 17th European Conference on Eye Movements, ECEM'2013*, 6(3), Journal of Eye Movement Research, Lund, Sweden, 469.

[Stampe & Reingold, 1995] Stampe, D. M., Reingold, E. M. 1995. Selection by looking: A novel computer interface and its application to psychological research. In J. M. Findlay, R. Walker, & R. W. Kentridge (Eds.), *Eye movement research: Mechanisms, processes and applications*. 467-478. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.



[Suzuki & Jansson, 2003] Suzuki, K., Jansson, H. 2003. An analysis of driver's steering behavior during auditory or haptic warnings for the designing of lane departure warning system. *Japan Society of Automotive Engineers Review*, 24, 65-70. Available at [http://dx.doi.org/10.1016/S0389-4304\(02\)00247-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0389-4304(02)00247-3) (11.4.2014)

[Tobii Technology, 2014] Tobii Technology, "Tobii Technology homepage." [Online]. Available at <http://www.tobii.com> (21.4.2014)

[Tobii X2-60] Tobii X2-60, "Tobii Technology official webpage." [Online]. Available at <http://www.tobii.com/zh-CN/eye-tracking-research/global/products/hardware/tobii-x2-60-eye-tracker/> (21.5.2014)

[Van Erp, 2002] Van Erp, J. 2002. Guidelines for the use of vibro-tactile displays in Human computer interaction. In *Proceedings of Eurohaptics*, ACM, 18-22.

[Zhang et al., 2013] Zhang, Y., Bulling, A., Gellersen, H. 2013. SideWays: A Gaze Interface for Spontaneous Interaction with Situated Displays. In *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 851-860.

## Tutkimukseen osallistujan suostumuslomake

Informaatiotieteiden yksikkö/ Tampereen Yliopisto

Karoliina Käki

---

## Tutkimukseen osallistujan suostumuslomake

Tutkimuksessa tallennetaan silmänliikkeitäsi kun suoritat testitehtäviä. Jokaisen tehtäväosion jälkeen sinua pyydetään täyttämään kyselylomakkeita, ja lopuksi testin vetäjä haastattelee sinua testitehtäviin liittyen.

Tallennettua materiaalia käytetään ainoastaan analysointiin, materiaalia ei käytetä muihin tarkoituksiin. Tallenteista ei käy ilmi, kenen aineistosta on kyse. Tallenteet tuhoetaan tutkimuksen päätyttyä. Tutkielmassa ei esitetä nimiä tai henkilötietoja. Halutessasi voit lopettaa testitilanteen missä tahansa vaiheessa.

Tutkimuksen järjestäjä on kertonut sinulle testin tallentamisesta ja järjestelyistä. Allekirjoittamalla tämän lomakkeen osallistut tähän tutkimukseen ja suostut yllä oleviin ehtoihin.

---

Päivämäärä

---

Allekirjoitus

---

Nimen selvennys

**Taustatietolomake**

Liite 2

Tällä lomakkeella kerään taustatietoja tutkimukseeni. Esiinnyt tässä nimettömänä. Ainoastaan tunniste täytetään, että voin yhdistää tämän lomakkeen tuloksiisi.

## 1. Sukupuoli:

- Mies  
 Nainen

## 2. Ikä: \_\_\_\_\_ vuotta

## 3. Kuinka usein luet sähköisiä tekstejä tietokoneella tai matkapuhelimella?

- En koskaan  
 Harvemmin  
 Muutaman kerran kuukaudessa  
 Muutaman kerran viikossa  
 Päivittäin

## 4. Mitä vieritystekniikoita käytät lukiessa pidempiä sähköisiä tekstejä tai selatessa nettisivuja?

(Voit tarvittaessa valita useamman vaihtoehdon)

- En mitään  
 Näppäimistöä  
 Hiiren painiketta tai vieritysrullaa  
 Kosketusnäyttöä

## 5. Oletko käyttänyt aikaisemmin katseenseurantalaitteistoa?

- En  
 Kyllä  
 Mitä, milloin? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 6. Onko näkösi normaali?

- Kyllä  
 Kyllä, silmälaseilla korjattuna  
 Kyllä, piilolinseillä korjattuna  
 Ei

## 7. Onko sormissasi normaali tuntoaisti?

- Kyllä  
 Ei  
 Jos ei, millaisia ongelmia? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Kokeen vetäjä täyttää: Koehenkilön tunniste: \_\_\_\_\_

## Kyselylomake

### Mitä mieltä olet seuraavista testiä koskevista väitteistä? Valitse sopivin vaihtoehto

1=Täysin eri mieltä, 2=Jonkseenkin eri mieltä, 3=En osaa sanoa, 4=Jokseenkin samaa mieltä,  
5= Täysin samaa mieltä

1.Sain tehtävät suoritettua helposti	1	2	3	4	5
2.Pidin automaattisesta vierityksestä	1	2	3	4	5
3.Automaattinen vieritys nopeutti tehtävien tekoa	1	2	3	4	5
4.Automaattinen vieritys Ei häirinnyt minua	1	2	3	4	5
5.Automaattinen vieritys alkoi oikeassa kohdassa	1	2	3	4	5
6.Silmäni väsyivät tehtäviä tehdessä	1	2	3	4	5
7.Automaattinen vieritys vaikeutti keskittymistäni	1	2	3	4	5

Tunniste:\_\_\_\_\_

## Kyselylomake

### Mitä mieltä olet seuraavista testiä koskevista väitteistä? Valitse sopivin vaihtoehto

1=Täysin eri mieltä, 2=Jonkseenkin eri mieltä, 3=En osaa sanoa, 4=Jokseenkin samaa mieltä,  
5= Täysin samaa mieltä

1. Sain tehtävät suoritettua helposti	1	2	3	4	5
2. Pidin tuntopalautteesta	1	2	3	4	5
3. Tuntopalaute nopeutti tehtävien tekoani	1	2	3	4	5
4. Tuntopalaute EI härinnyt minua	1	2	3	4	5
5. Tuntopalaute annettiin oikeassa kohdassa	1	2	3	4	5
6. Silmäni väsyivät tehtäviä tehdessä	1	2	3	4	5
7. Tuntopalaute vaikeutti keskittymistäni	1	2	3	4	5
8. Tuntopalaute oli tarpeeksi voimakas	1	2	3	4	5
9. Tuntopalaute oli kestoaltaan sopiva	1	2	3	4	5
10. Tuntopalaute oli tarpeellinen	1	2	3	4	5

Tunniste: \_\_\_\_\_

Haastattelun runkoa/ puolistrukturoitu haastattelu

**Haastattelukysymykset:**

Ymmärsitkö palautteen tarkoituksen?

Koitko tuntopalautteen tärkeäksi/tarpeelliseksi? Jos koit, niin miksi? Miksi palaute ei ollut tarpeellinen?

Mistä palautteesta pidit eniten ja miksi: Aseta palautteet paremmuusjärjestykseen.

Miellyttikö mikään palautteista sinua? Jos miellytti, niin mikä? Miksi kyseinen palaute miellytti sinua?

Ärsyttikö jokin palautteista sinua? Jos ärsytti, niin mikä? Miksi kyseinen palaute ärsytti sinua?

Onko katseella toimivan vierityksen alkamisesta tarpeellista saada sinusta palautetta? Jos on niin millaisen palautteen tai varoituksen haluaisit saada vierityksestä?

Olisiko sinulla jatkokehitys ideoita katseella toimivaan vieritykseen ja siitä saatavaan palautteeseen? Jos on, niin millaisia?

Onko sinulla vielä kysyttävää testistä tai siihen liittyvistä asioista?