

Pyry Kimpimäki

**IKÄ MUUTTUJANA GRAAFISTEN
KÄYTTÖLIITTYMIEN SUUNNITTELUSSA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2024

TIIVISTELMÄ

Kimpimäki, Pyry

Ikääntyminen käyttöliittymäsuunnittelun muuttujana

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2023, 70 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatintutkielma

Ohjaaja(t): Lampi, Anna

Käyttöliittymä on käyttäjän ja järjestelmän välinen rajapinta. Digitaalisten järjestelmien tapauksessa tämä on useimmiten erillinen järjestelmä, jonka kautta käyttäjä hallitsee ohjelmistoa, ja käyttää sen toimintoja. Yksi yleisimmistä digitaalisten käyttöliittymien muodoista on graafinen käyttöliittymä (GUI). Vaikka graafisen käyttöliittymän käyttämisestä voi pyrkiä välttämään vaihtoehtoisilla rajapinnoilla, on suurelle osalle käyttäjistä graafinen käyttöliittymä ainut yhteys ohjelmiston toiminnallisuutteen. Mitä pidemmälle digitalisaatio etenee, sitä vaikeammaksi tulee välttää digitaalisten järjestelmien käyttöä niin kotona kuin työpaikallakin. ERP- ja CRM-järjestelmien kaltaiset yritysjärjestelmät ovat vakiintuneita työkaluja työpaikoilla, ja niiden käyttämistä voi olla mahdotonta välttää.

Maailma siis digitalisoituu, mutta tilastojen mukaan ainakin länsimainen väestö myös ikääntyy. Tämä johtaa tilanteeseen, jossa ihmisellä voi olla iän aiheuttamia vaikeuksia käyttöliittymien kanssa, mutta joutuu silti käyttämään niitä. Tämä takia on tärkeää tutkia mahdollisia ongelmia ja kysymyksiä, joita ikääntyvä käyttäjäkanta käyttöliittymille aiheuttaa, ja etsiä ratkaisuja lähitulevaisuuden yhteiskunnallisten muutosten tuomiin ongelmiin.

Tämä tutkielma käsitteli graafisia käyttöliittymiä. Tutkielma toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena, jonka tarkoituksena oli rakentaa kokonaiskuvaa siitä, minkälaisia haasteita käyttäjien ikääntyminen niiden suunnittelulle aiheuttaa, ja miten noihin haasteisiin voidaan vastata.

Tutkielmasta käy selville, että kirjallisuudessa tunnistetaan monia iäntuomia luonnollisia muutoksia. Näistä ainakin näön, hienomotoriikan, kuulon, muistin ja keskittymiskyvyn heikkenemisen voidaan nähdä vaikuttavan käyttöliittymien operointiin. Tutkielmasta selviää myös keinoja, joita tietojärjestelmätieteen kirjallisuus tarjoaa näiden muutosten tuomien haasteiden ratkaisuun.

Asiasanat: Graafinen käyttöliittymä, käyttöliittymäsuunnittelu, ikääntyminen,

ABSTRACT

Kimpimäki, Pyry

Aging as a factor in interface design

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2023, 70 pp.

Information Systems, Bachelor's Thesis

Supervisor(s): Lampi, Anna

The interface is a point of contact between a system and its user. In the case of digital systems and software, this means a separate system, through which the user has control over the functionality of the program. One of the most common kinds of digital interface today is the Graphical User Interface (GUI). It is true that the use of a graphical user interface can still sometimes be avoided through various alternative modes of control. However, for many users of software, the graphical user interface is the only connection to the functionality of a program.

The further this digitalization progresses, the harder it will become to avoid the use of digital technology both at home and work. Different business applications like ERP and CRM systems are commonplace appliances at most workplaces, the use of which has become mandatory in many positions.

While the world is digitalizing, the western population is aging. This can lead to a desperate situation, in which people can have age-related difficulties with interfaces, but cannot avoid their usage. This is why it is important to lay out possible problems and questions an aging userbase poses on the interfaces of systems and seek solutions to prepare for the foreseeable societal changes.

This thesis explored graphical user interfaces. It was conducted as a descriptive literature analysis, the purpose of which was to establish what kind of challenges the aging of a userbase poses to user interface design, and how those challenges could be solved. The thesis concludes that literature agrees on many non-pathological effects of aging. Of these, at least the weakening of eyesight, fine-motor-skills, and memory effect the usage of user interfaces. The thesis also establishes how literature has attempted to solve these challenges.

Keywords: Graphical user interface, interface design, aging,

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	5
2	IKÄÄNTYMISEN AIHEUTTAMAT FYYSISET HAASTEET.....	7
	2.1 Muutokset näössä	7
	2.2 Muutokset hienomotoriikassa	8
	2.3 Muutokset kuulossa	9
3	KOGNITIIVISET HAASTEET	11
	3.1 Muutokset muistissa	11
	3.2 Muutokset keskittymiskyvyssä	13
	3.3 Muutokset älykkyydessä	14
4	HAASTEISIIN VASTAAMINEN.....	16
	4.1 Käyttöliittymäsuunnittelu : Näkö	16
	4.2 Käyttöliittymäsuunnittelu : Hienomotoriikka.....	18
	4.3 Käyttöliittymäsuunnittelu : Kuulo	19
	4.4 Käyttöliittymäsuunnittelu : Kognitio.....	20
5	YHTEENVETO	22
	LÄHTEET	25

1 JOHDANTO

Länsimainen väestö ikääntyy. World health organizationin (WHO) mukaan erityisesti kehittyneiden maiden yli 60-vuotiaiden osuus on kasvussa. Vuonna 2023 oli yli 60-vuotiaiden osuus 30.1 %, eli lähes kymmenen prosenttiyksikköä enemmän kuin 20 vuotta aikaisemmin, jolloin osuus oli 20.6 %. Vuonna 2053 taas yli 60-vuotiaiden osuuden arvioidaan olevan 35.2 % väestöstä, ja vuonna 2100 yli 40 % väestöstä (WHO data platform, 2023).

Samaan aikaan maailma digitalisoituu. Euroopan unionin tilastojen mukaan Suomalaisista yrityksistä käytti pilvipalveluita 75 prosenttia, vuonna 2021. Samana vuonna yli puolet suomalaisista yrityksistä saavutti EU:n ICT-intensity indexin mukaan korkean tai erittäin korkean ICT-teknologian käyttöasteen. Lisäksi Euroopan unionin kansalaisista 86 prosenttia oli käyttänyt sähköpostipalveluita kolmen kuukauden sisällä, ja kolmasosa hoiti pankkiasiansa digitaalisesti. Suomalaisista 97 prosenttia asioi digitaalisesti pankissaan (Eurostat, 2023). Näistä tilastoista voidaan päätellä, että kasvava määrä ihmisiä tulee käyttämään digitaalisia ohjelmia, niin työpaikalla kuin siviiliselämässäänkin.

Gartnerin (Gartner Glossary, ei pvm.) mukaan graafinen käyttöliittymä eli GUI on ”Grafiikkaan pohjautuva käyttöjärjestelmän rajapinta, joka käyttää ikoneja, valikoita ja hiirtä käyttäjän ja järjestelmän välisen kanssakäymisen hallitsemiseen”. Yleisimpien grafiikkapohjaisen ohjelmistojen keskimääräiselle peruskäyttäjälle, tulee GUI olemaan ainoa yhteys ohjelmistoon ja sen toiminnallisuuteen. Esimerkkinä yleisimmät ERP järjestelmät Microsoft Dynamics 365, SAP ja Deltek Vision toimivat kaikki graafisesti. Sama pätee CRM järjestelmiin kuten Salesforceen ja Hubspottiin, jotka ovat myös graafisia. Myös selaimet kuten Google, ja suurimmat nettipankit toimivat lähtökohtaisesti GUI:n kautta. Suuri osa näiden järjestelmien toiminnallisesta ja hyödyistä, patoutuu siis GUI:n taakse. Tällöin se, miten hyvin GUI on suunniteltu, vaikuttaa pullonkaulan lailla suoraan siihen, miten paljon hyötyä yritys näistä kalliista ohjelmistoista irti saa. Siksi on tärkeää panostaa GUI:n suunnitteluun, ja ottaa huomioon esimerkiksi niitä muuttujia, jotka tutkielma nostaa esille.

GUI:n tutkimuksessa keskityn erityisesti ikääntymiseen muuttujana. Vanhempien ja nuorempien käyttäjien järjestelmien käyttökokemuksissa on

eroavaisuuksia. Vanhemmilla käyttäjillä esimerkiksi kognitiivisten kykyjen ja näön heikkeneminen vaikuttavat heidän käyttökokemukseensa (Hawthorn, 2000). Jos huomiooidaan työssäkäyvän väestön ikääntyminen yhdessä digitalisoitumisen ja graafisten käyttöliittymien kanssa, syntyy mahdollisesti ikävä tilanne, jota tämä tutkielma pyrkii avaamaan.

1. *Minkälaisia haasteita ikääntyminen voi aiheuttaa graafisten käyttöliittymien operoinnille?*
2. *Miten näihin haasteisiin voitaisiin vastata?*

Tutkielmassa pyritään vastaamaan kuvailtuihin kysymyksiin ja haasteisiin aiemman kirjallisuuden perusteella. Tutkielman alue on rajattu niin, ettei siinä oteta huomioon ikääntymisen patologisia vaikutuksia. Nämä ovat niitä vaikutuksia, jotka voidaan pitää luonnollisen vanhenemisen ulkkopuolella. Niihin kuuluisi usein vanhenemiseen liitettyjä sairauksia kuten Alzheimer ja reuma (Berchtold & Cotman, 2008). Nämä sairaudet saatetaan mainita ohimennen, mutta niihin ei etsitä ratkaisuja neljännessä kappaleessa.

Tutkielma on kuvaileva kirjallisuuskatsaus, jolla pyritään rakentamaan yleiskuvaa siitä, miten ikääntyminen vaikuttaa käyttäjän ja käyttöliittymän väliseen vuorovaikutukseen, ja miten näihin ongelmiin tulisi aiemman kirjallisuuden perusteella vastata.

Materiaalia on etsitty lähinnä Google Scholarista ja Jydokista. Lähteiden etsinnässä on pyritty priorisoimaan korkealaatuisia lähteitä, painottaen niiden julkaisijoiden JUFO-luokituksia, vertaisarvioitavuutta ja lähteiden sisäistä argumentointia.

Ikääntymisen fyysisiä ja kognitiivisia vaikutuksia käsittelevissä lähteissä on lähteen julkaisujankohdalle laitettu vain vähän painoarvoa. Tälle on syytä se, että vaikka eliniänodotukset nousevat, ja uusi teknologia tuo helpotuksia moniin ikääntymisen vaivoihin, ovat ikääntymisen perusmuutokset pysyneet tarpeeksi samoina lähteiden kattamana aikana.

Hakusanoina on käytetty lähinnä erilaisia yhdistelmiä tutkimuskysymyksistä, sekä yhdistelmiä sanoista: Interface, GUI, UI, Aging, Age, design, elder, senior, technology, effect, problems, problem, graphical user interface, user interface, UX.

Kappaleissa kaksi ja kolme ollaan pyritty priorisoimaan lääketieteen ja psykologian alan tutkimuksia. Nämä ovat lähteitä, joihin asiaa käsittelevät tietojärjestelmätieteen tutkimukset ovat viitanneet. Tämä on tehty selkeyden ja kauttalainaanamisen välttämisen vuoksi.

2 IKÄÄNTYMISEN AIHEUTTAMAT FYYSISET HAASTEET

Tässä kappaleessa käsitellään iän tuomia fyysisiä muutoksia. Nämä on jaettu kappaleisiin, jotka käsittelevät muutoksia näössä, hienomotoriikassa ja kuulossa.

Ikääntyminen aiheuttaa fyysisiä muutoksia ihmisessä. Sen vaikutukset ovat yleisesti havaittavissa jo noin neljäkymmentäviisivuotiaana, minkä jälkeen niiden voidaan nähdä voimistuvan iän myötä. Ihmiset eivät kuitenkaan ikäänny identtisesti, ja ikääntymisen vaikutuksissa ja nopeudessa on suurta vaihtelua. Ikääntyminen on myös epä-lineaarista (Hawthorn, 2000).

Tämä tarkoittaa, ettei voida olettaa ikääntymisen vaikuttavan samalla tavalla kaikkiin ihmisiin, ja ettei ikääntyminen tapahdu tasaisesti. Siksi tulee muistaa ettei mikään ikääntymisen malli ole täydellinen, eikä niitä tule käyttää ihmisten lokeroimiseen ainoastaan syntymävuoden perusteella.

2.1 Muutokset näössä

Näkö on erittäin tärkeä ominaisuus käyttöliittymien operoimisessa, ja sen heikentyminen vaikuttaa huomattavasti käyttöliittymien käyttökokemukseen. Valitettavasti näön heikentyminen on ongelma, joka vaikuttaa ennemmin tai myöhemmin lähes jokaiseen ihmiseen (Nunes, Silva & Abrantes, 2010).

Näön heikentyminen on siis yleinen ikääntymiseen liitetty vaiva. Tällainen ikääntymisen aiheuttama näön heikentyminen voi alkaa vaikuttamaan jo 30-vuoden iässä (Kline & Scialfa, 1997, s. 27–28). Kline ja Scialfa erottelevat kirjassaan tapoja, joilla ikääntyminen voi vaikuttaa näköön. Niitä ovat muun muassa katseen tarkentamisen vaikeutuminen, kontrastin pieneneminen, silmän ja aivojen välisen yhteyden nopeuden hidastuminen, katseen liikkeen hallinnan huononeminen, kirkkauden ja häikäisyn sietokyvyn huononeminen, häikäisystä toipumisen keston piteneminen, värien tunnistaminen ja erottaminen, näkökentän pieneneminen, syvyysnäön huononeminen ja liikkeen tunnistaminen (Kline ja Scialfa, 1997, s. 28–39).

Frank Schieber (2003) avaa artikkelissaan laajamittaisesti iän vaikutuksia näköön ja hahmottamiseen. Schieberin mukaansa 70-vuotiaiden silmät vastaanottavat keskimäärin vain kolmanneksen 20-vuotiaiden silmien vastaanottamasta valosta. Hänen mukaansa ikäihmisten sopeutuminen kirkkauden muutoksiin on huomattavasti hitaampaa kuin nuoremmilla ihmisillä. Hän mainitsee myös vaikeudet silmien tarkentamiseen lähelle ja kauas, herkkyuden kirkkaudelle ja kontrastille, näkökentän pienenemisen, liikkeen tunnistamisen vaikeutumisen ja värinäön huononemisen (Schieber, 2003, s. 2–13).

Tällaisissa muutoksilla on suuri vaikutus monien käyttöliittymien käyttämiseen. Käyttöliittymät, jotka käyttävät liian pieniä fontteja, huonoja väriyhdistelmiä, liian pieniä tai liian suuria kontrasteja, hyödyntävän suuria muutoksia kirkkaudessa tai liiallista visuaalista monimutkaisuutta, voivat aiheuttaa vaikeuksia vanhemmilla käyttäjillä (Williams ym., 2013, s. 374).

Vaikka iän tuomat muutokset näköön on lueteltu erillään, on hyvä huomioida, että ne ilmenevät usein käytössä samaan aikaan. Liian pieni teksti voi pakottaa ihmisen lähemmäs näyttöä, jolloin huonontunut kirkkaudensietokyky saattaa aiheuttaa entistä enemmän ärsytystä. Korotettu kontrasti saattaa auttaa käyttöliittymän elementtien huomaamisessa, mutta rasittaa ikäihmisen silmää enemmän.

2.2 Muutokset hienomotoriikassa

Hienomotoriikka vaikuttaa oleellisesti kanssakäymiseen teknologian kanssa. Kirjoittamisen hidastuminen, hienojen ja hentojen liikkeiden hallinnan vaikeutuminen ja vasteaikojen nouseminen ovat vain kolme hienomotoriikan heikentymisen monista vaikutuksista (Hawthorn, 2000).

Krampen (2002) mukaan hienomotoriikka heikkenee ihmisen ikääntyessä. Hänen mukaansa tämä näkyy niin kädenliikkeiden nopeudessa kuin tarkkuudessakin. Ikääntyneillä ihmisillä on kuitenkin tietoisia tai alitajuntaisia tapoja kompensoida hienomotoriikkansa heikentymistä. Ikääntyneet saattavat esimerkiksi käyttää enemmän aikaa toimintansa suunnitteluun, ja löytää intuitiivisesti työskentelytapoja joissa hienomotoriikalla on pienempi vaikutus (Krampe, 2002)

Hienomotoriikan muutoksiin voidaan liittää myös yleinen koordinaatiokyvyn heikkeneminen, sekä niveltulehduksen ja nivelrikon kaltaisten ikääntymiseen liitettyjen sairauksien yleistyminen (Charness & Walter, 2009, s. 255)

Näiden löydösten perusteella voidaan olettaa että hienomotoriikan heikentyminen vaikuttaa käyttöliittymien käyttöön ikääntyneillä ihmisillä. Hiiri on oleellinen graafisten käyttöliittymien hallinnan työkalu (Gartner), ja vaatii joskus tarkkojakin käden liikkeitä. Sekä Krampen (2002) lisäksi myös Crabb ym., (2016) toteavat, että ikääntyneet pyrkivät usein kompensoimaan hienomotoriikkansa hidastumista käyttämällä enemmän aikaa toimintansa

suunnitteluun ja sisällön analysoimiseen. Vaikka tällainen suunnittelu ja analysointi parantaisivatkin tarkkuutta, voidaan sen odottaa hidastavan toimintaa.

Crabb ym., (2016) tutkimuksessa ikääntyneiden ja nuorten hiirenpainalluksissa minuuttia kohden ei ollut suuria eroja. Toistaalta tutkimuksen mukaan nuoret suoriutuivat annetuista tehtävistä ikääntyneitä nopeammin. Kyseinen tutkimus pyrkii selittämään tätä ilmiötä, esittämällä hiirenpainallusten syyksi vahinkoja, kuten kuten ohi-painalluksista (eng. Missclick).

Yleisesti hienomotoriikan huononemisen voidaan siis nähdä vähentävän käyttöliittymien operoinnin tehokkuutta. Ikäihmisillä joiden hienomotoriikka on heikentynyt, saattaa olla ongelmia tiettyjen käyttöliittymäominaisuuksien kanssa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi liian pienet objektit, kuten valikot, napit, palkit tai linkit, joiden päälle navigoiminen vaatii tarkkoja liikkeitä hiirellä. On myös hyvä huomioda että haasteet näön kanssa saattavat vaikeuttaa hienomotorisia toimintoja ennestään. Hidastunut silmä-aivo yhteys ja sumentunut näkö, yhdessä tarkkojen kädenliikkeiden vaikeutumisen kanssa voivat tehdä pienten objektien valitsemisesta hyvin vaikeaa.

2.3 Muutokset kuulossa

Kuulon heikentyminen on yleinen ikääntymisen haittavaikutus. Lethbridge-Cejku ym. (2004) mukaan, vuonna 2002 lähes 30% 65 - 74-vuotiaista yhdysvaltalaisista kärsi ongelmista kuulon kanssa. Vastaavasti 75-vuotta täyttäneillä luku oli 46%. Molemmissa ikäluokissa huonontuneesta kuulosta kärsi kaksinkertainen määrä ihmisiä huonontuneeseen näköön verrattuna (Lethbridge-Cejku ym., 2004, s. 38).

Cruickshanks ym. (1998) antavat artikkelissaan kuitenkin paljon negatiivisemmän kuvan aiheesta. Heidän mukaansa monet kuulon heikentymistä käsittelevät tutkimukset saattavat vähätellä kuvan vaivan yleisyydestä, sillä monet ikääntyneet eivät tiedosta kuulonsa heikentyneen, tai kieltäytyvät pitämästä heikentymistä ongelmana. Cruickshanks ym. (1998) mukaan kahdeksankymmentä vuotta täyttäneistä jopa 89.5% kärsi kuulon heikentymisestä. 48 - 92-vuotiaista puolestaan lähes puolet kärsi vastaavista ongelmista. Tutkimuksesta kävi myös ilmi että kuulon heikentyminen oli miehillä neljä kertaa yleisempää kuin naisilla (Cruickshanks ym., 1998).

Näin korkeita prosentteja voidaan jo pitää merkittävänä demografisena muuttujana, jonka tulisi vaikuttaa käyttöliittymien suunnitteluun. Tällaisten tilastojen valossa, voidaan kyseenalaistaa miten paljon graafisten käyttöliittymien suunnittelijat voivat nojata ääneen käyttöliittymän elementtinä.

Schieberin ja Frank (2003) avaavat biologisia syitä tällaiseen ikääntymisen aiheuttamaan kuuloaistin heikentymiseen. Vaikun eli korvavahan erityis lisääntyminen iän kanssa, mikä voi johtaa kuulon heikentymiseen. Sisä- ja ulkokarvasolujen määrä laskee huomattavasti ikääntymisen myötä. Erityisesti

sellaiset karvasolut jotka vaikuttavat korkeataajuisten äänten kuulemiseen kokevat ikään liittyvää katoa. Ikä vaikuttaa negatiivisesti myös kuulohermon hermosolujen määrään (Schieber & Frank, 2003, s. 15).

Hawthorn (2000), ei pidä kuulon huonontumista suurena ongelmana ikääntyneiden teknologian käyttämiselle. Hän kuitenkin uumoilee heikentyneen kuuloaistin vaikeuttavan erilaisten ikääntyneille suunniteltavien teknologioiden toimintaa ja toteutusta. Hän mainitsee koneäänen mahdollisena ratkaisuna näkö- ja hienomotoriikkaongelmille, ja ongelmat jotka huonontunut kuulo tällaiselle järjestelmälle aiheuttaisi (Hawthorn, 2000, s. 512 - 523).

Vaikkei kuulo olekaan yhtä oleellinen muuttuja käyttöliittymäsuunnittelulle kuin näkö ja hienomotoriikka, ovat siihen liittyvät ongelmat sitäkin yleisempiä. Nichols ym. (2006) mukaan kuulo-ärsyкkeitä käytetään moniin eri tarkoituksiin. Ne voivat olla järjestelmän huomio- tai ilmoitusääniä, tai varoitusääniä. Tällöin liiallinen nojaaminen voi johtaa jopa vaaratilanteisiin. On siis tärkeää kiinnittää huomiota ikääntyneiden ihmisten heikentyneeseen kuuloaistiin, käyttöliittymiä suunnitellessa.

3 KOGNITIIVISET HAASTEET

Tämä kappale käsittelee ikääntymisen vaikutuksia ihmisen kognitioon. Kognitio ei ole konkreettinen asia, eikä sille ole yhtä selkeää määritelmää. Oxford learners dictionary määrittelee sen: "Prosessiksi jolla tieto ja ymmärrys kehittyy mielessä" (Oxford Learner's Dictionary, 2023). Cambridgen sanakirja taas määrittää sanan "Asiaksi, joka liittyy ajatteluun ja tietoiisiin psyykkisiin prosesseihin" (Cambridge Dictionary, 2023).

Kognitio moninaisuudessaan on vaikuttaa suuresti käyttöliittymien operointiin. Nunesin ym. (2010) mukaan järjestelmien toiminnot vaativat useimmiten harkintaa, ja mainitsee erityisesti muistin tärkeäksi ominaisuudeksi.

Tässä tutkielmassa kognitiolla viitataan erityisesti kolmeen ihmisen mieleen liittyvään ominaisuuteen: Muistiin, keskittymiskykyyn ja älykkyyteen.

3.1 Muutokset muistissa

Ihmisen muistia ei olla tarkkaan määritelty. Hawthorn (2000) kuvailee muistia ympäröivästi: "joukoksi toisistaan eroavia kykyjä, joita voidaan hyödyntää erilaisten tehtävien suorittamiseen". Hän jakaa muistin kolmeen eri luokkaan: Lähimuistiin (eng. Short term memory), työmuistiin (Eng. Working memory) ja säilömuistiin (eng. Long term memory) (Hawthorn, 2000, s. 517–518).

Lähimuisti säilöo vasta tapahtuneet asiat, kuten sen mitä ihminen näkee, kuulee ja tuntee hetkessä. Työmuisti taas mahdollistaa usean asian mielessä pitämisen, ja viittaa nimensä mukaan ihmisen kykyyn operoida ja tehdä päätöksiä. Säilömuisti kattaa ihmisen pitkäaikaiset muistot. Se sisältää asioita, jotka ovat unohtuneet kahdesta muusta muistista. (Cowan, 2008, s. 424–326).

Lähimuisti on oleellinen siinä mielessä, että sitä ilman ihminen ei voi reagoida audiovisuaalisiin ärsykkeisiin, sillä ne eivät rekisteröidy kognitioon. Cowanin (2008) mukaan lähimuisti on niin fundamentaalinen osa tietoisuutta, ettei ihminen usein edes tiedosta sen toimintaa (Cowan, 2008). Ihminen, jolla on

häiriöitä lähimuistissaan, ei siis välttämättä esimerkiksi rekisteröi käyttöliittymän väläyttämiä huomautuksia.

Työmuistia puolestaan voidaan pitää ihmisen operatiivisena muistina. Mitä käyttäjä on tekemässä, mikä on hänen päämääränsä, mitä askeleita hänen tulee ottaa saavuttaakseen päämääränsä, ja mikä noista askelista tulee seuraavaksi ottaa. Ihminen siis käyttää työmuistia tekemiseen ja tekemisen suunnitteluun ja tiedon käsittelyyn. Työmuistin määritelmä ei kuitenkaan ole selkeä, ja työmuistia pitää myös osana lähimuistia (Cowan, 2008, s. 333–335).

Työmuistin eheys siis vaikuttaa käyttöliittymien operointiin. Yksinkertaisimmatkin toiminnot kuten ohjelman tai ohjelmansisäisen valikon avaaminen saattavat vaatia suunnittelua. Monimutkaisemmat toiminnot, kuten sähköpostin liitteen lähettäminen, käyttäjän oikeuksien poistaminen tai kaavion luominen taas voivat vaatia useammankin asian mielessä pitämistä. Tällaisiin useampien asioiden samanaikaista käsittelyä vaativien toimintojen suorittamiseen saattaa työmuistilla olla siis suora vaikutus.

Säilömuisti puolestaan ei kenties ole yhtä oleellinen graafisten käyttöliittymien operoinnille kuin lähimuisti ja työmuisti. Hawthornin (2000) mukaan säilömuisti on vastuussa minuuttia vanhemmista muistoista. Tähän sisältyvät myös tieto ja opittu osaaminen (Hawthorn, 2000, s.517). Monet järjestelmät kuitenkin vaativat käyttäjältä opettelua, joten säilömuistin eheys on tärkeää käyttöliittymien tehokkaalle käytölle.

Jokainen näistä muistin lohkoista vaikuttaa käyttöliittymien operointiin huomattavasti, omalla tavallaan. Muistin eri lohkojen heikentyminen on myös yleinen ikääntymiseen liitetty muutos.

Muistin heikentyminen iän kanssa ei kuitenkaan ole yksiselitteinen asia. Keskiverto ihmisen työmuistin koko on noin 6.5 asiaa. Iän kanssa se laskee vain noin 1. asialla, 5.5 asiaan 70-vuoden iässä (Botwinick & Storandt, 1983).

Wardin ym. (2005) tutkimuksessa nuoret muistivat 20 joukosta sanoja 22.9% tehokkaammin kuin ikääntyneiden joukko (Ward ym., 2005). Ward ym. kuitenkin toteavat, että tutkimuksen tulokset mittaavat todellisuudessa lähinnä nuorten ja ikääntyneiden välisiä eroja opettelu- ja muistamismenetelmissä (Ward ym., 2005, s.114). Hawthorn (2000) puolestaan viittaa Hoyerin ja Rybashin (1992) artikkeliin, ja esittää visuaalisen tiedon käsittelyn lähimuistissa vaikeutuvan iän kanssa (Hawthorn, 2000, s. 517–518; Hoyer & Rybash, 1992).

Suurin iän tuoma muutos onkin työmuistin koon pienentymisen sijaan nimenomaan työmuistissa olevien asioiden käsittelyn hankaloituminen. Tällöin muistin heikentyminen ilmenee erityisesti monimutkaisia asioita käsiteltäessä (Dobbs & Rule, 1989). Salthousen (1994) mukaan iän tuomien muutosten painoarvo on lähimuistin nopeudella, eli sillä kuinka tehokkaasti ihminen pystyy käsittelemään asioita työmuistissaan (Salthouse, 1994).

Parkin ym. (1996) tutkimuksen mukaan ikääntymisen vaikutukset muistin eri osa-alueisiin ovat kiistellyjä. He esittävät, että joihinkin muistin osioihin, kuten muistamisen eri muotoihin saattaa ikääntyminen vaikuttaa merkittävästikin. Toisiin, kuten kuvan tunnistamiseen sillä taas ei yleisesti

suurta vaikutusta heidän mukaansa ole. Selitykseksi tälle Park ym. lainaavat Craikin & McDowdin (1987) tutkimusta, joka ehdottaa jakoa vapaaseen muistamiseen (Eng. Free recall), ja aktivoituun muistamiseen (Eng. Cued recall). Heidän mukaansa vapaa muistaminen, eli muistaminen ilman ulkoista ärsykettä, on aktivoitua muistamista raskaampi prosessi (Park ym., 1996; Craik & McDowd, 1987).

Tämän voidaan nähdä yhtyvän hyvin Dobbsin & Rulen (1989), Salthousen (1994) esittämiin näkemyksiin, joiden mukaan ikääntyminen näkyy ensisijaisesti työmuistin tehokkuuden heikentymisessä, ja nopeuden hidastumisessa. Park ym., (1996) tutkimus tukee tätä suoraan. Sen mukaan muistin nopeus on vaikuttavin tekijä ikääntyneiden ja nuorten välisissä eroissa, muistin tehokkuutta mitatessa. Toiseksi tekijäksi he nimeävät työmuistin. Jos tätä verrataan Dobbsin ja Rulen (1989) artikkeliin, jonka mukaan painoarvo oli työmuistin koon sijasta kyvyllä käsitellä työmuistissa olevia asioita, on hyvin mahdollista, että myös Park ym., viittaavat 'työmuistilla' nimenomaan tähän (Park ym., 1996; Dobbs & Rule, 1989; Salthouse, 1994).

Voidaan siis argumentoida, että mainittujen lähteiden: Park ym., (1996), Dobbs & Rule (1989), Salthouse (1994), Hawthorn (2000), Hoyer & Rybash (1992) ja Cowanin (2008) löydösten perusteella ikääntyminen vaikuttaa muistin toimintaan negatiivisesti. Toiseen nopeus ja työmuistin tehokkuus ovat vaikuttavimman tekijät ikääntymisen tuomassa muistin heikentymisessä. Koska kaikki tietoinen toiminta tapahtuu työmuistin kautta, voidaan nämä kaksi nähdä niin ikään pullonkaulana muistin tehokkuudelle.

Tämä voidaan nähdä negatiivisena asiana käyttökokemuksen suhteen, sillä niin kuin tutkielmassa aiemmin mainittiin, käyttöliittymät vaativat usein opettelua ideallisen tehokkuuden saavuttamiseksi. Muistin heikentyminen myös vaarantaa ikääntyneiden kaikkein arvokkaimman resurssin, eli laajan kokemuksen ja tietotaidon.

Ikääntymisen vaikutusta oppimiseen prosessina taas on tutkittu suhteellisen vähän. Yksi mahdollinen syy tälle on, että oppimisen tehokkuutta mitataan usein muistin kautta. Tiettyjen tutkimusten perusteella voidaan kuitenkin olettaa, että muistin lisäksi myös oppiminen itse saattaa heikentyä ihmisen ikääntyessä. Eppingerin, Herbertin & Krayn (2010) tutkimuksessa käy ilmi, että ikääntyneiden ihmisten kyky oppia saattaa olla heikompi kuin nuorilla (Eppinger, Herbet & Krayn, 2010).

3.2 Muutokset keskittymiskyvyssä

Keskittymiskyky on ihmisen kyky ohjata psyykkisiä resursseja (Hawthorn, 2000, s. 515). Se on elintärkeä ominaisuus, joka sitoutuu läheisesti muistiin (Ruthruff & Lien, 2016). Siitä mitä keskittymiselle tapahtuu ikääntyessä ei tiedetä täysin, eikä sen mahdollisista vaikutuksista olla päästy yhteisymmärrykseen (Commodari & Guarnera, 2008, s. 1; Hawthorn, 2000, s. 515; Salthouse ym., 1995,

s. 59). Syy ilmiölle saattaa olla, ettei keskittymiskyky ole niin yksinkertainen asia kuin usein uskotaan. Yhden yhtenäisen järjestelmän sijasta se tuntuu olevan vaikeasti määriteltävä joukko monikäyttöisiä resursseja ja prosesseja, joita voidaan käyttää esimerkiksi keskittämään aivojen laskentateho tiettyyn asiaan (Ruthruff & Lien, 2016, s. 1; Schieber, 2003, s. 20).

Keskittymiskyvyn heikkenemisestä on onneksi kuitenkin tehty paljon tutkimusta. Tutkimustulosten perusteella on hyvin todennäköistä, että ainakin tietyt keskittymiskyvyn ominaisuudet heikkenevät iän myötä, joskin vaihtelevilla nopeuksilla sekä keskenään että ihmisten välillä (Schieber, 2003, s. 20–21; Hawthorn, 2000, s. 515–516; Commodari & Cuarnera, 2008).

Commodarin ja Cuarneran (2008) tutkimuksesta kävi ilmi, että 55–59-vuotiaiden ja 60–65-vuotiaiden välillä oli selkeitä eroja keskittymiskyvyssä. Heikentyminen myös huononi progressiivisesti enemmän iän kanssa (Commodar & Cuarnera, 2008). Salthousen ym., (1995) tutkimus taas paljasti vain hyvin pieniä eroja nuorten, keski-ikäisten ja vanhojen ryhmien suoriutumisen välillä, jaettua keskittymistä vaativissa tehtävissä. Salthousen ym. toinen eriskummallinen huomio oli, että heidän tutkimuksessaan tehtävien monimutkaisuus ei liiemmin vaikuttanut (Salthouse ym. 1995).

Tämä on yllättävää, sillä nimenomaan monimutkaisissa tehtävissä nähtiin muistin kanssa suuria eroja ikäryhmien välillä. Salthousen tutkimuksen tulokset ovat siis näennäisesti ristiriidassa Hawthornin (2000) kanssa, jonka mukaan nimenomaan monimutkaisuus saattaa aiheuttaa vaikeuksia ikääntyneillä, jaettua keskittymiskykyä vaativissa tehtävissä (Salthouse ym. 1995; Hawthorn, 2000, s. 515–516).

Ruhruffin ja Lienin (2016) esittävätkin artikkelissaan, että tutkimuksissa näkyvät eroavaisuudet ikäryhmien väleillä johtuisivatkin keskittymiskyvyn itsensä ulkopuolisista muutoksista. Artikkelin koskettaa tämän artikkelin muistikappaleessa käsiteltyä käsitettä 'nopeudesta'. Ruhruffin ja Lienin mukaan eroja ikäryhmien välillä näkyykin erityisesti sellaisissa tutkimuksissa, joissa nopeuden voidaan nähdä vaikuttavan lopputuloksiin. Tällöin tilastoissa nähty heikentyvä keskittymiskyky johtuisikin muiden kognitiivisten kykyjen heikkenemisestä (Ruhuff & Lien, 2016).

Ikääntymisen tarkoista vaikutuksista keskittymiskyvyn eri osa-alueisiin ei siis ole yhtä hyväksyttyä vastausta. Tietojärjestelmätieteen näkökulmasta voidaan kuitenkin argumentoida, ettei käyttöliittymäsuunnittelun kannalta ole oleellista, johtuvatko näennäiset muutokset keskittymiskyvyssä keskittymiskyvyn itsensä huononemisesta, vai yleisestä kognitiivisten kykyjen heikkenemisestä. Jos muutosten haittavaikutukset ovat samat joka tapauksessa, voidaan niihin vastata käyttöliittymäsuunnittelulla.

3.3 Muutokset älykkyydessä

Tässä tutkielmassa älykkyydellä tarkoitetaan ihmisen kykyä ratkaista ongelmia, selvittää pulmia ja käsitellä monimutkaista tietoa. Ikääntymisen vaikutukset

tällaiseen kyvykkyyteen jakavat asiantuntijoiden näkemyksiä. Staudingerin, Corneliuksen ja Baltesin (1898) mukaan älyn ikääntyminen (Eng. Intellectual aging) on prosessi, joka kuvaa loogisen tehokkuuden muutoksia suhteessa ikään. Se on hajanainen prosessi, joka vaikuttaa jokaiseen ihmiseen eri tavalla, ja eri nopeudella. Kaikki älykkyyden osa-alueet eivät siis heikkene tasavertaisesti. Nimenomaan loogista päättelyä vaativien tehtävien parissa saatetaan huomata ikääntymisen aiheuttamia muutoksia, kun taas esimerkiksi sosiaaliset taidot voivat pysyä entisellään, tai jopa kehittyä iän kanssa (Sternberg, 1984, s. 52; Staudinger, Cornelius & Baltes, 1989; Woodruff-Pak, 1989, s. 91-92).

Nämä muutokset eivät tavallisesti tapahdu nopeasti ja yllättäen, vaan pitkän prosessin kautta. Tuo prosessi kuitenkin nopeutuu iän noustessa, ja ero nuorten ja 60-vuotiaiden välillä on pienempi, kuin 60-vuotiaiden ja 80-vuotiaiden välillä (Sternberg, 1984). Jotkut tutkimukset, kuten Schaie (1996) taas päätyvät lopputulokseen, että älykkyyteen vaikuttavat ikääntymistä voimakkaammin muut muuttajat, kuten kognitiivinen aktiivisuus (Schaie, 1996).

Kuten keskittymiskyvynkin kanssa, todelliset syyt muutosten takana ovat kuitenkin tietojärjestelmätieteen näkökulmasta merkityksettömiä. Monet tutkimukset ovat osoittaneet ikää korreloivaa heikentymistä loogisessa päättelykyvyssä. Erityisesti muutoksia nähdään joustavassa älykkyydessä (Eng. Fluid intelligence). Joustava älykkyys voidaan nähdä persoonattomana älykkyytenä, joka nojaa ihmisen hermoston toimintaan. Se ei kuvasta ihmisen tietoa ja kokemuksia, vaan pikemminkin laskentatehoa (Hawthorn, 2000, s. 520-521).

Joustava älykkyys tuntuu koskettavan aikaisemmissa kappaleissa mainittua 'nopeuden' käsitettä paremmin kuin mikään muistin tai keskittymiskyvyn osa-alue. Sen heikentymistä voidaan pitää syynä sille, että muistin ja keskittymiskyvyn toiminnan nähdään hidastuvan erityisesti monimutkaisten asioiden käsittelyssä. Tällöin muutokset älykkyydestä vaikuttaisivat laajamittaisesti ja kokonaisvaltaisesti käyttöliittymien operointiin, myös aiemmissa luvuissa mainittujen ominaisuuksien kautta.

4 HAASTEISIIN VASTAAMINEN

Tutkielman aiemmissa luvuissa on käyty läpi yleisiä ikääntymisen ihmisessä aiheuttamia muutoksia, jotka saattavat vaikuttaa käyttöliittymien operointiin. Näitä olivat näkö, kuulo, hienomotoriikka, muisti, keskittymiskyky ja älykykyys. Kun huomioidaan tutkielman alussa esitellyt demografiset muutokset, joiden mukaan väestö ikääntyy ja maailma digitalisoituu, käy selväksi että nämä ikääntymisen tuomat muutokset täytyy ottaa huomioon käyttöliittymäsuunnittelussa (WHO data platform, 2023; Eurostat, 2023). Ne esittävät käyttöliittymien ja järjestelmien tekijöille uudenlaisia haasteita, joihin ei tule suhtautua välinpitämättömästi. Tässä luvussa pyrin siis vastaamaan aiemmissa luvuissa esitettyihin ongelmiin, alan artikkeleita ja tutkimuksia hyödyntäen.

4.1 Käyttöliittymäsuunnittelu : Näkö

Niinkuin aiemmissa kappaleissa eriteltiin, ongelmat näön kanssa ovat moninaisia. Niihin kuului muun muassa vaikeudet tarkentamisen kanssa, muutokset kontrastiherkkyudessa ja näkökentän pieneneminen (Kline & Scialfa, 1997). Näihin ongelmiin pyritään vastaamaan monilla eri tavoilla.

Hawthorn (2000) painottaa minimalismia ja selkeyttä artikkelissaan. Hänen mukaansa liiallinen monimutkaisuus, niin grafiikan, kuin myös asettelun kannalta voi tuottaa ongelmia ihmisille, joiden näkö on heikentynyt (Hawthorn, 2000, s. 510 – 511).

Käytännössä tämä tarkoittaisi sitä, että suunnittelussa tulisi panostaa monimutkaisuuden ja näytävyyden sijaan valintoihin, jotka johtavat intuitiivisempaan ja pehmeämpään käyttäjäkokemukseen. Grafiikalla viitataan käyttöliittymäelementtien kuten ikonien tai valikoiden ulkonäköön. Näiden tulisi olla selkeitä, ja helposti huomattavissa. Häiritseviä animaatioita, välkkyvää tekstiä, liian alhaista tai korkeaa kontrastia tulisi kaikkia käyttäjiä harkiten (Hawthorn, 2000, s. 510 -511).

Sekä Hawthorn (2000) että Boll & Brune (2015) esittävät, että sanf-serif fontit ovat paras valinta luettavuuden kannalta. Boll ja Brune myös tukevat Hawthornin esittämää ehdotusta selkeydestä ja minimalismista. Heidän mukaansa musta teksti valkoisella tai vaaleanharmaalla taustalla on hyvä valinta (Boll & Brune, 2015)

Tekstin ihanteellisesta koosta on kahdessa artikkelissa pieniä eroja. Bollin ja Brunen (2015) mukaan niin tekstin kuin ikonienkin liian pieni koko koettiin ongelmaksi ikääntyneiden keskuudessa. Hawthornin (2000) mukaan tekstin koko taas ei liiemmin vaikuta tehokkuuteen ikääntyneillä. Bollin ja Brunen kuitenkin esittävät että tekstin kokoa tulisi pystyä muuttamaan helposti, suurimman mahdollisen saavutettavuuden mahdollistamiseksi (Hawthorn, 2000 ; Boll & Brune, 2015).

Schieber, Charness ja Schaie (2003) puolestaan listaavat artikkelissaan laajasti näkemyksensä tavoista, joilla näön huononemista pystyisiin kompensoimaan. Vaikka ne on tarkoitettu teknologialle yleisesti, voidaan niitä soveltaa myös käyttöliittymiin erityisesti. Schieberin, Charnessin ja Schaien suunnittelukehotukset ovat:

1. Selkeyden ja kirkkauden parantaminen.
2. Kontrastin kohottaminen.
3. Näytön lähestymistä vaativien toimintojen minimoiminen.
4. Fonttikoon pitäminen 12 pt. (Typograafista pistettä, eli $12 * 0,3528$ mm) yläpuolella. Yli 80-vuotiailla fonttikoon tulisi olla 18 pt.
5. Häikäisyä aiheuttavien käyttöliittymäelementtien minimoiminen.
6. Laajaa näkökenttää vaativan asettelun välttäminen.
7. Hyödynnä teknologiaa joka parantaa nopeuden ja liikkeentunnistusta.
8. Käytä korkeampaa kontrastia alhaisen aaltopituuden värejä käyttäessä.
9. Hyödynnä modernia teknologiaa luettavuuden parantamiseksi.

Ensimmäinen ohje tukee hyvin sekä Hawthornin (2000) että Bollin ja Brunen (2015) näkemystä selkeyden tärkeydestä. Sama pätee kohtiin 2, 4, 5 ja 8. Schieber, Charness ja Schaie (2003) tukevat Bollin ja Brunen (2015) näkemystä fonttikoon tärkeydestä, nostaten ihanteellisen fonttikoon 18pt-asti, tietylle ikäryhmälle.

Yksi laajimmista kokoelmista käyttöliittymäsuunnittelun kehotuksia tulee Morriksen (1994) artikkelista. Artikkelissa Morris antaa suosituksia sille, miten käyttöliittymän voisi suunnitella mahdollisimman miellyttävästi ikääntyneille ihmisille. Hänen mukaansa fonttikoon tulisi olla valittavissa, käyttäjän omien halujen ja terpeiden mukaan. Korkeaa resoluutiota käyttäessä tulisi käyttää myös korkealaatuisia kirjaimia ja objekteja, ja hyödyntää reunanpehmennystä (Eng. anti-aliasing). Resoluutioiden tulisi olla niin suuria kuin mahdollista, ja häikäisyä aiheuttavia elementtejä tulisi välttää. Värimaailman tulisi kuormittaa käyttäjää mahdollisimman vähän, ja alhaisen aaltopituuden värejä tulisi välttää vierekkäin. Sinistä väriä ei tulisi käyttää pieniin elementteihin, tai viivoihin. Morris mainitsee valkoisen tekstin sinisellä taustalla hyväksi yhdistelmäksi. Lopuksi Morris kehottaa välttämään nopeasti liikkuvia elementtejä. Morris

myös kehottaa käyttämään useampaa kuin yhtä visuaalista stimulusta tiedon välittämisessä. Tämä voisi tarkoittaa esimerkiksi värin, muodon ja koon hyödyntämistä saman aikaisesti.

4.2 Käyttöliittymäsuunnittelu : Hienomotoriikka

Niinkuin Muutokset kuuloon -luvussa todettiin, ongelmat kuulon kanssa ovat yleisimpinä tässä tutkielmassa käsitellyistä iän tuomista muutoksista. Tämä tarkoittaa, että vaikka kuulo ei ole yhtä oleellinen aisti käyttöliittymien operoinnille (Hawthorn, 2000, s. 512), on suunnittelijan otettava sen heikentymisen huomioon, tyydyttääkseen yksi käyttäjäkunnan yleisimmistä mahdollisista ongelmista.

Hawthorn (2000) ohjeistaa käyttöliittymien suunnittelijoita siinä, miten heidän tulisi vastata käyttäjiensä kuulon heikentymiseen. Käyttöliittymäsuunnittelussa tulisi painottaa ilmoituksissa alhaisen taajuuden ääniä, joiden kuulemiseen ikääntyminen vaikuttaa vähemmän. Järjestelmien ei myöskään tulisi nojata liikaa pelkkään koneääneen, ja antaa käyttäjälle vaihtoehtoisia tapoja sisällön tulkitsemiseen (Hawthorn, 2000, s. 512).

Näihin voisivat kuulua esimerkiksi teksitykset ja koneäänen muokkaaminen. Ilmeet ja huulien lukeminen vähentävät kuuntelemisen tuomaa kognitiivista rasitetta, ja parantavat ymmärtämistä. Käyttöliittymäsuunnittelijoiden tulisi siis löytää tapoja joko parantaa koneäänen ymmärrettävyyttä, tai välttää sen käyttämistä (Hawthorn, 2000).

Äänen tunnistamista tulisi Hawthornin mukaan parantaa niin, että se ottaisi huomioon muutokset ikääntyneiden puheessa. Sen tulisi osata käsitellä käyttäjän puheen hidastumista, epäröintiä ja taustääniä (Hawthorn, 2000, s. 512 – 513).

Tekoälyn kehittyminen viime vuosina tarjonnee yhden ratkaisun Hawthornin esittämiin ongelmiin ja tarpeisiin. Sen hyödyntäminen koneen puheenymmärtämiseen voisi parantaa palvelua, ja helpottaa tällaisia ominaisuuksia tarvitsevien arkea. Parantuneet puheenymmärrysongelmat saattaisivat myös helpottaa ihmisiä, jotka kärsivät heikentyneestä näöstä tai hienomotoriikasta.

Näön tapaan, Schieber, Charness ja Schaie (2003) erottelevat artikkelissaan ohjeita myös heikentyneestä kuuloa kompensoivalle käyttöliittymäsuunnittelulle. Nämä ohjeet ovat :

1. Tee äänistä huomattavampia, eli äänekkäämpiä ja selkeämpiä.
2. Hallitse taustääntä, sillä se tekee kuullunymmärtämisestä vaikeampaa erityisesti ikääntyneille.
3. Vältä korkeataajuisia ääniä.
4. Yli 88db ääniä tulisi välttää, erityisesti pitkillä aikaväleillä.
5. Vältä tarvetta tilaäänelle, eli äänen suunnan tunnistamisen tarpeen luomista.

6. Käytä yskinertaista, ytimekästä kieltä.
7. Hidasta koneääntä, sillä paremmin rytmitettyä puhetta on helpompi ymmärtää.
8. Kouluta ihmisiä kuulolaitteiden, ja heikentynyttä kuuloa kompensoivien mekanismien käytössä.
9. Sisällytä järjestelmiin heikentynyttä kuuloa kompensoivia toiminnallisuuksia. Tähän voidaan hyödyntää myös internettiä.

Myös Morris (1994) listaa artikkelissaan tapoja, joilla käyttöliittymäsuunnittelijat voivat auttaa kuulorajoittuneita. Ensimmäiseksi hän mainitsee äänen suunnan. Morrisin kehottaa muun muassa välttämään ylimääräisten, fundamentaalisten toimien turhien äänten käyttöä, ja pitämään huomioäänten taajuuden 800 ja 1000 hertzin välillä. Kuten näköön liittyvissä kehotuksissaankin, Morris kehottaa äänen monipuoliseen käyttöön. Pelkän äänen sijasta on hänen mukaansa suotavampaa käyttää hyödyksi äänenvoimakkuuden ja taajuuden muutoksia, viestinnän tehostamiseksi (Morris, 1994, s. 379 – 380).

4.3 Käyttöliittymäsuunnittelu : Kuulo

Jos näkö- ja kuuloaistin heikkeneminen vaikuttavat ihmisen kykyyn vastaanottaa tietoa käyttöjärjestelmän kautta, vaikuttaa hienomotoriikan heikkeneminen puolestaan ihmisen kykyyn hallita käyttöjärjestelmää, ja täten koko ohjelmistoa (Hawthorn, 2000 ; Sears & Jacko, 2009, s. 24). Hienomotoriikka on myös yksi kyvyistä, joihin vanheneminen ihmisessä yleisesti vaikuttaa (Seras & Jack, 2009, s.24 ; Hawthorn, 2000, s. 513 - 514 ; Boll & Brune, 2015).

Myös hienomotoriikan heikentymiseen ollaan onneksi pyritty vastaamaan. Hawthornin (2000) mukaan tarkkaa ajoitusta ja tuplaklikkauksia tulisi välttää käyttöliittymäsuunnittelussa. Hän ehdottaa, että käyttöliittymistä tehtäisiin käyttäjän toimintaan, kuten hiiren liikkeiden varmuuteen mukautuvia. Hänen mukaana käyttöliittymäsuunnittelussa tulisi välttää toimintoja, jotka vaativat kongnitiivisia ponnistuksia ja monimutkaisia kädenliikkeitä samaan aikaan (Hawthorn, 2000, s. 514 – 515). Tällaisia kädenliikkeitä voivat olla yksinkertaisetkin asiat, kuten ikonin ja muun käyttöliittymäelementin valitseminen, jos ne ovat liian pieniä (Boll & Brune, 2015, s. 514). Siksi on tärkeää kiinnittää huomiota myös valittavien objektien kokoon, jotta niiden päälle on helppo navigoida. Boll ja Brune myös tukevat Hawthornin kehoitusta kaksoisklikkausten välttämiseksi (Boll & Brune, 2015, s. 514). Kosketointojen käyttämistä on esitettyä yhtenä ratkaisuna hienomotoriikan heikentymiselle. Niiden opetteleminen voi olla vaivattomampaa, ja niiden käyttö intuitiivisempaa. Hienomotoriikan heikentymisellä on myös pienempi vaikutus kosketusnäyttöpohjaisten käyttöliittymien käyttämiseen (Häikiö ym., 2007).

Siitä kuinka toteutettava ratkaisu kosketusnäyttötoiminnallisuuden toteuttaminen on, herää monia kysymyksiä. Sen kaltainen toiminnallisuus

myös saattaisi aiheuttaa uusia ongelmia käyttöliittymille (Harada ym., 2013). Ongelmaksi voisi ilmetä esimerkiksi epätarkkuus ja vahinkoklikkaukset. Voidaan myös olettaa, että koska sormi peittää paljon kursoria suuremman alueen, saattaa tämä johtaa uusiin ongelmiin tarkkuuden kanssa. Toisekseen, ainakin Findlaterin ym., (2017) tutkimuksessa, suoriutuivat hienomotoriikkarajoitteiset ihmiset huomommin kosketusnäytöllä kuin hiirellä (Findlater ym., 2017).

4.4 Käyttöliittymäsuunnittelu : Kognitio

Tavat joilla muistin heikentymisen vaikutuksia käyttöliittymäoperointiin voidaan lieventää, keskittyvät yleisesti prosessien ytimekkääseen yksinkertaistamiseen. Käyttöliittymän tulisi panostaa siihen, että käyttöliittymän oprointi vaatisi mahdollisimman vähän kognitiivisia resursseja käyttäjältään (Hawthorn, 2000, s. 518). Tätä helpottaa prosessie yksinkertaistaminen niin, että ne eivät vaadi monen asian samanaikaista käsittelemistä tai muistamista. Tässä voidaan hyödyntää sellaisia muistin osalualueita, joihin ikääntyminen vaikuttaa vähemmän, kuten tunnistaminen (Schieber, 2003, s. 46). Näppäinyhdistelmät, kuten esimerkiksi Control + Y (Toistaa perutun toiminnon Windowsissa) tai Control + E (Keskittää tekstin wordissa) voivat tuottaa ongelmia ikääntyneille ihmisille, sillä näppäinyhdistelmien suhde niiden funktioon saattaa olla pieni tai olematon. Koska tunnistaminen ja ärsykkeen aktivoima muisti toimivat ikääntyneillä luotettavammin, olisi suotavaa hyödyntää muistia aktivoivia ärsykeitä komentojen yhteydessä. Tällainen olisi esimerkiksi valikko, johon komennot olisi listattu selkeästi (Kelley & Charness, 1995). Kelly ja Charness (1995) kuitenkin myös muistuttavat, että myös valikoilla on omat ongelmansa.

Kaikessa käyttöliittymäsuunnittelussa tulisi muistaa minimoida muistamisen tarve. Sekä Hawthornin (2000), että Schieberin (2003) mukaan painikkeiden tulisi kertoa funktionsa, ja niiden suunnittelun tulisi pohjautua tunnistamiselle, ennemmin kuin ymmärtämiselle. Tässä he painottavat vihjeviestejä ja hyvin suunniteltuja ikoneita, jotka toimivat käytännössä muistia aktivoivina ärsykkeinä (Hawthorn, 2000, s. 518 - 519 ; Schieber, 2003, s. 46 - 57).

Mainittakoon myös, että MATCH :in (Memory adaption through cognitive handling simulation) kaltaiset ihmiset työmuistia tulkitsevien mallien avulla voitaisiin kenties vähentää kognitiivisia rasitteita (Massoni ym., 2018). Tällaista toiminnallisuutta hyödyntävässä järjestelmässä ohjelmisto osaisi mukautua työmuistin kokoon, ja muuttaa toimintoja sen perusteella dynaamisesti. Sen kaltaiset ratkaisut ovat kuitenkin vielä uusia, eivätkä yleisessä käytössä.

Keskittymiskyvyn heikkenemistä kompensoivat suunnittelusuositukset taas sivuavat hyvin myös muistin ja näön heikentymiselle esitettyjä suunnittelusuosituksia. Kaikkia näitä kolmea tukee ajatus yksinkertaisesta käyttöliittymästä, joka pyrkii vähentämään käyttäjien kognitiivista taakkaa (Hawthorn, 2000; Schieber, 2003, s. 32). Darejah ja Singh (2013) listaavat artikkelissaan tapo-

ja helpottaa käyttöliittymien operointia käyttäjille, joilla on kognitiivisia rajoitteita. Myös he kehottavat välttämään kognitiivista raskautta aiheuttavaa ylimääräistä monimutkaisuutta. He suosittelevat toimintojen jakamista selkeisiin, erillisiin osiin, joihin on helppoa ja intuitiivista navigoida (Darejah & Singh, 2013).

Käytännössä tämä tarkoittaisi sitä, että yhdellä sivulla tai yhdessä valikossa annettua tiedon määrää rajoitettaisiin. Tällöin erilaisten ärsykkeiden aiheuttama kognitiivinen rasite vähenisi, ja käyttäjä voisi keskittyä helpommin tehtäviinsä.

5 YHTEENVETO

Tässä tutkielmassa käsiteltiin tieteellisen kirjallisuuden kautta yleisimpiä ikääntymisen aiheuttamia luonnollisia muutoksia, ja keinoja joilla niihin pyritään graafisten käyttöliittymien suunnittelussa vastaamaan. Aihe on tärkeä kahdesta toisiaan tukevasta syystä: tilastojen mukaan maailma sekä ikääntyy, että digitalisoituu alati. Siksi yhä vanhempien ihmisten tulee käyttää yhä enemmän teknologiaa, niin työpaikalla kuin vapaa-ajallakin. Ja koska graafiset käyttöliittymät ovat yleisin tapa hallita digitaalista teknologiaa, tulisi niiden suunnittelussa ottaa huomioon ikääntymisen aiheuttamat haasteet.

Tutkielma toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksensa. Kirjallisuutta etsittiin lähinnä JYDOKISTA ja Google Scholarista esimerkiksi hakusanoilla "age", "gui" ja "interface design". Haut tehtiin englanniksi. Tutkielman toisessa kappaleessa, jossa käsiteltiin ikääntymisen aiheuttamia muutoksia, pyrittiin tietojärjestelmätieteen tutkimusten kauttaviittaamisen sijasta viittaamaan alkuperäisiin lääketieteellisiin lähteisiin. Ratkaisuja hakevassa osiossa taas painotettiin tietojärjestelmätieteen ja kognitiotieteen kirjallisuutta.

Tutkielma keskittyi luonnolliseen, eli ei-patologiseen, eli tautien ulkopuolelliseen vanhenemiseen. Siksi dementian kaltaisia usein ikääntymiseen liitetyjä tauteja ei otettu huomioon. Joissain määrin patologisen ja luonnollisen vanhenemisen välillä on kuitenkin väistämätöntä limittäisyyttä.

Tutkielman toinen kappale esitteli sellaisia ikääntymisen aiheuttamia fyysisiä muutoksia, jotka saattaisivat vaikuttaa käyttöliittymien operointiin. Näihin kuuluivat muutokset näössä, kuten katseen tarkentamisen, liikkuvien objektien seuraamisen ja kontrastin tunnistamisen vaikeutuminen. Lisäksi myös lisääntynyt alttius häikäistymiselle, ja näkökentän pienentyminen todettiin ikääntymisen yleisiksi vaikutuksiksi. Kuulon heikentyminen ja kuultujen taajuuksien väheneminen olivat yksiä yleisimmistä iän tuomista muutoksista. Kolmanneksi merkittäväksi fyysiseksi muutokseksi todettiin hienomotoriikan heikentyminen. Käyttöliittymien käyttämiseen muutokset hienomotoriikassa vaikuttivat moninaisesti. Esimerkiksi pienten ja liikkuvien kuvakkeiden päälle

navigoiminen oli ikääntyneille vaikeampaa. Yleisesti fyysiset muutokset tekevät käyttöliittymien operoimisesta vaikeampaa ikääntyneille.

Tämän jälkeen, kolmannessa kappaleessa, käsiteltiin ikääntymisen aiheuttamia kognitiivisia muutoksia. Näistä työmuistin tehokkuuden, eli nopeuden heikentyminen oli oleellisin graafisten käyttöliittymien operoinnille. Sen seurauksena ikääntyneiden käyttäjien kyky käsitellä monimutkaista tietoa ja keskittyä useampaan asiaan samaan aikaan heikentyi iän myötä. Tietyt fyysisiksi lasketut muutokset, kuten silmä-käsi koordinaation heikentyminen oltaisiin voitu laskea sekä kognitiiviseksi että fyysiseksi heikentymiseksi.

Tutkielman neljännessä kappaleessa käsiteltiin kirjallisuuden tarjoamia ratkaisuja ensimmäisessä osiossa esitettyihin ongelmiin. Ennenkaikkea käyttöliittymäsuunnittelun suosituksissa painottui jokaisella osa-alueella selkeys. Liiallisen monimutkaisuuden välttäminen auttaa näkö-, kuulo-, hienomotoriikka-, muisti- ja keskittymiskykyrajoitteisia käyttäjiä. Ikonien ja käyttöliittymän elementtien tulisi olla selkeitä ja tunnistettavissa. Niiden välinen kontrasti tulisi optimoida, ja niiden tekstuurit tulisi suunnitella niin, että niiden värimaailma on yhteensopiva taustan kanssa. Sama pätee myös teksteihin, joiden fonttien tulisi olla suuria. Näyttäviä animaatioita ja muita häiritseviä efektejä tulisi käyttää harkiten, kuin myös häikäiseviä tehokeinoja. Näössä ja hienomotoriikassa objektien koko auttaa niin, että kuvakkeet ovat tunnistettavissa, niiden päälle on helppo navigoida, ja niitä on helppo painaa. Kognitiivisten muutosten vaikutusta ne taas helpottavat yksinkertaistamalla käyttöliittymiä, ja vähentämällä näin operoinnin aiheuttaa kognitiivista raistetta.

Sama pätee myös äänimaailman suunnitteluun. Huomioäänet ovat hyvä tapa kompensoida näön ja kognition heikkenemistä. Niiden suunnittelussa tulee kuitenkin kiinnittää huomiota äänen taajuuksiin ja voimakkuuteen. Koska kuulon heikkeneminen on yksi yleisimmistä ikääntymisen vaikutuksista, ei käyttöliittymän tulisi myöskään liikaa nojata ääneen elementtinä.

Toinen selkeä kehote on käyttöliittymien kustomoitavuus, eli mukautettavuus. Erityisesti fyysisten muutosten kanssa mukautuvuuden parantaminen on käyttäjälähtöinen ja kunnioittava tapa varmistaa, että jokainen käyttäjä kykenee suoriutumaan tehtävistään parhaaksi kokemallaan tavalla. Tämä kustomoitavuus voi olla esimerkiksi vapaus valita tekstin koko, fontti ja väri. Taustan värin valinta, sivun ja ikonien koko ja hiiren nopeus ovat kaikki ominaisuuksia, joiden kustomoiminen voi vaikuttaa positiivisesti ikääntyneisiin ihmisiin.

Tulee kuitenkin muistaa, että usea tutkimus on todistanut osaamisen, harjoittelun ja kokemuksen vaikuttavan valtavasti siihen, miten ikääntyminen vaikuttaa käyttöliittymän operointiin. Jatkuva koulutus on kenties tärkein askel ongelmien lieventämiselle, ja helpottaa operointia huomattavasti.

Ikääntymisen vaikutuksista on valtava määrä tutkimusta lääketieteen ja psykologian alalla. Myös ikääntymisen vaikutusta teknologian käyttöön on tutkittu, niin lääketieteen kuin tietojärjestelmätieteen ja tietotekniikan aloillakin. Monet artikkelista ovat kuitenkin vanhoja, usein 90-luvulta asti. Suurin osa viimeisen

kymmenen vuoden aikana tapahtuneesta tutkimuksesta keskittyykin mobiililaitteisiin ja kosketusnäyttöihin. Tämä on mielestäni huolestuttava ilmiö, sillä hiirellä ja näppäimistöllä operoidut käyttöliittymät ovat vielä valtavomaisia työelämässä. Hiirellä ja näppäimistöllä toimiva käyttöjärjestelmä on perusteellisesti erilainen kuin mobiilikäyttöliittymä, ja aiheuttaa erilaisia haasteita ja ongelmia käyttäjilleen. Teknologia kehittyy alati, eikä 2010 julkaistu tutkimus käyttöliittymistä ole enää välttämättä täysin yhteensopiva niiden järjestelmien kanssa, joita nykypäivänä käytetään. Monia tässäkin tutkielmassa käytettyjä suositteluehdotuksia jouduttiinkin valitettavasti soveltamaan nykypäiväisille käyttöliittymille, huolimatta niiden iästä. Suurempi painotus on laitettu mobiilikäyttöliittymille, tai erilaisten modernien teknologioiden hyödyntämiselle käyttöliittymissä. Mobiilikäyttöliittymien tutkiminen on tärkeää, mutta tietojärjestelmätieteen alalla olisi yhä myös suuri tarve graafisten käyttöliittymien tutkimiselle, ja perusasioihin palaamiselle.

LÄHTEET

- Berchtold, N. C., & Cotman, C. W. (2009). Normal and Pathological Aging: From Animals to Humans. Teoksessa J. L. Bizon & A. Woods (Toim.), *Animal Models of Human Cognitive Aging* (ss. 1–28). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-59745-422-3_1
- Boll, F., & Brune, P. (2015). User Interfaces with a Touch of Grey? – Towards a Specific UI Design for People in the Transition Age. *Procedia Computer Science*, 63, 511–516. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.377>
- Charness, N., & Boot, W. R. (2009). Aging and Information Technology Use: Potential and Barriers. *Current Directions in Psychological Science*, 18(5), 253–258. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01647.x>
- Commodari, E., & Guarnera, M. (2008). Attention and aging. *Aging Clinical and Experimental Research*, 20(6), 578–584. <https://doi.org/10.1007/BF03324887>
- Cowan, N. (2008). Chapter 20 What are the differences between long-term, short-term, and working memory? Teoksessa *Progress in Brain Research* (Vsk. 169, ss. 323–338). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(07\)00020-9](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(07)00020-9)
- Crabb, M., & Hanson, V. L. (2016). An Analysis of Age, Technology Usage, and Cognitive Characteristics Within Information Retrieval Tasks. *ACM Transactions on Accessible Computing*, 8(3), 10:1-10:26. <https://doi.org/10.1145/2856046>
- Craik, F. I. M., & McDowd, J. M. (1987). Age differences in recall and recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13(3), 474–479. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.13.3.474>
- Cruickshanks, K. J., Wiley, T. L., Tweed, T. S., Klein, B. E., Klein, R., Mares-Perlman, J. A., & Nondahl, D. M. (1998). Prevalence of hearing loss in older adults in Beaver Dam, Wisconsin. The Epidemiology of Hearing Loss Study. *American Journal of Epidemiology*, 148(9), 879–886. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a009713>
- Darejeh. (2013). A REVIEW ON USER INTERFACE DESIGN PRINCIPLES TO INCREASE SOFTWARE USABILITY FOR USERS WITH LESS COMPUTER LITERACY. *Journal of Computer Science*, 9(11), 1443–1450. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2013.1443.1450>
- Definition of GUI (Graphical User Interface) – Gartner Information Technology Glossary. (ei pvm.). Gartner. Noudettu 11. joulukuuta 2023, osoitteesta

<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/gui-graphical-user-interface>

- Dobbs, A. R., & Rule, B. G. (1989). Adult age differences in working memory. *Psychology and Aging, 4*(4), 500–503. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.4.4.500>
- Eläkeiät Euroopassa. (ei pvm.). Eläketurvakeskus. Noudettu 22. marraskuuta 2023, osoitteesta <https://www.etk.fi/tyo-ja-elakkeet-ulkomailla/kansainvalista-vertailutietoa/elakeiat/>
- Eppinger, B., Herbert, M., & Kray, J. (2010). We remember the good things: Age differences in learning and memory. *Neurobiology of Learning and Memory, 93*(4), 515–521. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2010.01.009>
- Findlater, L., Moffatt, K., Froehlich, J. E., Malu, M., & Zhang, J. (2017). Comparing Touchscreen and Mouse Input Performance by People With and Without Upper Body Motor Impairments. *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 6056–6061*. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025603>
- Harada, S., Sato, D., Takagi, H., & Asakawa, C. (2013). Characteristics of Elderly User Behavior on Mobile Multi-touch Devices. Teoksessa P. Kotzé, G. Marsden, G. Lindgaard, J. Wesson, & M. Winckler (Toim.), *Human-Computer Interaction – INTERACT 2013* (ss. 323–341). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40498-6_25
- Hawthorn, D. (2000). Possible implications of aging for interface designers. *Interacting with Computers, 12*(5), 507–528. [https://doi.org/10.1016/S0953-5438\(99\)00021-1](https://doi.org/10.1016/S0953-5438(99)00021-1)
- Hoyer, W. J., & Rybash, J. M. (1992). Age and visual field differences in computing visual-spatial relations. *Psychology and Aging, 7*(3), 339–342. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.7.3.339>
- Häikiö, J., Wallin, A., Isomursu, M., Ailisto, H., Matinmikko, T., & Huomo, T. (2007). Touch-based user interface for elderly users. *Proceedings of the 9th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services, 289–296*. <https://doi.org/10.1145/1377999.1378021>
- Kelley, C. L., & Charness, N. (1995). Issues in training older adults to use computers. *Behaviour & Information Technology, 14*(2), 107–120. <https://doi.org/10.1080/01449299508914630>
- Kline, D., & Scialfa, C. (1997). Sensory and perceptual functioning: Basic research and human factors implications. In *Human Factors and the Older Adult*.
- Krampe, R. T. (2002). Aging, expertise and fine motor movement. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 26*(7), 769–776. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(02\)00064-7](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(02)00064-7)

- Massoni Sguerra, B., Benamara, A., Benveniste, S., & Jouvelot, P. (2018). Adapting Human-Computer Interfaces to Working Memory Limitations Using MATCHS. 2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 1309–1314. <https://doi.org/10.1109/SMC.2018.00229>
- Morris, J. M. (1994). User interface design for older adults. *Interacting with Computers*, 6(4), 373–393. [https://doi.org/10.1016/0953-5438\(94\)90009-4](https://doi.org/10.1016/0953-5438(94)90009-4)
- Nichols, T. A., Rogers, W. A., & Fisk, A. D. (2006). Design for Aging. Teoksessa G. Salvendy (Toim.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics* (1. p., ss. 1418–1445). Wiley. <https://doi.org/10.1002/0470048204.ch54>
- Nunes, F., Silva, P. A., & Abrantes, F. (2010). Human-computer interaction and the older adult: An example using user research and personas. *Proceedings of the 3rd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, 1–8. <https://doi.org/10.1145/1839294.1839353>
- Park, D. C., Smith, A. D., Lautenschlager, G., Earles, J. L., Frieske, D., Zwahr, M., & Gaines, C. L. (1996). Mediators of long-term memory performance across the life span. *Psychology and Aging*, 11(4), 621–637. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.11.4.621>
- Percentage of total population aged 60 years or over. (ei pvm.). WHO Data. Noudettu 11. joulukuuta 2023, osoitteesta <https://platform.who.int/data/maternal-newborn-child-adolescent-ageing/indicator-explorer-new/mca/percentage-of-total-population-aged-60-years-or-over>
- PhD, K. W. S., & PhD, N. C. (2003). *Impact of Technology on Successful Aging*. Springer Publishing Company.
- Pleis, J. R., & Lethbridge-Cejku, M. (2007). Summary Health Statistics for U.S. Adults: National Health Interview Survey, 2006: (403882008-001) [dataset]. <https://doi.org/10.1037/e403882008-001>
- Ruthruff, E., & Lien, M.-C. (2016). Aging and Attention (ss. 1–7). https://doi.org/10.1007/978-981-287-080-3_227-1
- Salthouse, T. A. (1994). The aging of working memory. *Neuropsychology*, 8(4), 535–543. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.8.4.535>
- Schieber, F., Charness, I. N., & Schaie, K. W. (ei pvm.). *Human Factors and Aging: Identifying and Compensating for Age-related Deficits in Sensory and Cognitive Function*.
- Sears, A., & Jacko, J. A. (2009). *Human-Computer Interaction: Designing for Diverse Users and Domains*. CRC Press.
- Staudinger, U. M., Cornelius, S. W., & Baltes, P. B. (1989). The Aging of Intelligence: Potential and Limits. *The ANNALS of the American*

Academy of Political and Social Science, 503(1), 43–59.
<https://doi.org/10.1177/0002716289503001004>

Sternberg, R. J. (1984). Toward a triarchic theory of human intelligence. *Behavioral and Brain Sciences*, 7(2), 269–315.
<https://doi.org/10.1017/S0140525X00044629>

Suomen työeläkkeensaajat. (ei pvm.). Eläketurvakeskus. Noudettu 22. marraskuuta 2023, osoitteesta <https://www.etk.fi/tutkimus-tilastot-ja-ennusteet/tilastot/tyoelakkeensaajat/>

Vanhuuseläke Kelasta. (ei pvm.). Kela. Noudettu 11. joulukuuta 2023, osoitteesta <https://www.kela.fi/vanhuuselake>

Ward, G., & Maylor, E. A. (2005). Age-Related Deficits in Free Recall: The Role of Rehearsal. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 58(1), 98–119. <https://doi.org/10.1080/02724980443000223>

Williams, D., Ul Alam, M. A., Ahamed, S. I., & Chu, W. (2013). Considerations in Designing Human-Computer Interfaces for Elderly People. 2013 13th International Conference on Quality Software, 372–377.
<https://doi.org/10.1109/QSIC.2013.36>

Woodruff-Pak, D. S. (1989). Aging and intelligence: Changing perspectives in the twentieth century. *Journal of Aging Studies*, 3(2), 91–118.
[https://doi.org/10.1016/0890-4065\(89\)90011-X](https://doi.org/10.1016/0890-4065(89)90011-X)