

Petra Jokisuu

**VERKKOPOHJAISTEN KARTTOJEN SAAVUTETTA-
VUUSHAASTEET**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2022

TIIVISTELMÄ

Jokisuu, Petra

Verkkopohjaisten karttojen saavutettavuushaasteet

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2022, 101 s.

Tietojärjestelmätiede, pro gradu -tutkielma

Ohjaajat: Kyppö, Jorma; Silvennoinen, Johanna

Toimiakseen verkkosivuilla yli miljoona suomalaista tarvitsee saavutettavia palveluita. Saavutettavuushaasteita verkkopalveluissa aiheuttavat käyttäjien synnynäiset tai iän mukanaan tuomat fyysiset-, kognitiiviset ja aistivammat sekä mahdolliset tilarajoitteet. Verkkopohjainen saavutettavuus onkin noussut aiheena koko ajan merkittävämmäksi Internetin käytön lisääntyessä sekä käyttöliittymäelementtien monimutkaistuessa teknologian kehittymisen myötä. Saavutettavuustutkimus ja -osaaminen on kuitenkin vielä heikolla tasolla sisältäen tutkimusaukkoja. Tutkimusaukkoja on havaittavissa visuaalisesti ja teknisesti monimutkaisten elementtien saavutettavuushaasteiden sekä niihin liittyvien konkreettisten ratkaisujen tutkimisessa. Tässä tutkimuksessa saavutettavuutta tarkasteltiin verkkopohjaisten karttojen näkökulmasta tavoitteena selvittää kartta-alustojen saavutettavuushaasteita sekä ratkaisuja havaittuihin haasteisiin laajentaen samalla ymmärrystä saavutettavuudesta. Tutkimus suoritettiin empiirisenä laadullisena tutkimuksena. Laadullinen tutkimus toteutettiin käyttäjätestauksena hyödyntäen ääneen ajattelun menetelmää. Käyttäjätestauksen tukena hyödynnettiin myös puolistrukturoitua haastattelua. Tutkimuksen tulokset analysoitiin hyödyntäen tehtäväanalyysiä, datan koodaamista sekä teemoittelua. Tutkimus pohjautui kirjallisuuskatsauksessa luotuun teoreettiseen viitekehykseen. Kirjallisuuden perusteella havaittiin, että verkkopohjaisissa kartta-alustoissa saavutettavuushaasteita aiheuttavat käyttäjien kognitiiviset-, motoriset- sekä näkörajoitteet. Haasteita on havaittavissa interaktiivisissa-, jatkuvaa tietoa sisältävissä -, temaattisissa- sekä maastokartoissa. Tutkimuksessa huomattiin verkkopohjaisiin karttoihin liittyvän vielä paljon haasteita, joista jotkut estävät kartta-alustalla kokonaan toimimisen ja jotkut vaikeuttavat sitä. Verkkopohjaisiin karttoihin liittyviä saavutettavuushaasteita havaittiin sisällön runsauteen, erilaisiin kartalla oleviin käyttöliittymäelementteihin, karttojen asetteluun ja visuaaliseen ilmeeseen, liikuttamista vaativiin toiminnallisuuksiin, karttojen johdonmukaisuuteen sekä visuaalisiin elementteihin liittyen. Tulosten perusteella todettiin, että ratkaisut näihin haasteisiin ovat yksilöllisiä ja täydellistä saavutettavuutta on toistaiseksi lähes mahdoton toteuttaa koko graafisen kartan osalta. Tuloksien pohjalta on mahdollista lähteä etsimään konkreettisia ratkaisuja havaittuihin saavutettavuushaasteisiin sekä sitä kautta edistää kaikkien käyttäjien tasapuolisia mahdollisuuksia käyttää verkkopalveluita.

Asiasanat: saavutettavuus, saavutettava verkkosivusuunnittelu, verkkopohjainen kartta, saavutettavuushaaste, kognitiivinen vamma, fyysinen vamma

ABSTRACT

Jokisuu, Petra

Accessibility Challenges of Web-Based Maps

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2022, 101 pp.

Information Systems, Master's Thesis

Supervisors: Kyppö, Jorma; Silvennoinen, Johanna

In order to utilize websites, over a million Finnish people need accessible services. Accessibility challenges in web-based services are caused by the physical-, cognitive or sensory disability brought on by age or inborn defect, as well as possible spatial limitations. Web accessibility has become more significant topic hence increased use of Internet as well as due to the complexity of user interface elements caused by technology development. The research and competence of accessibility are still on a rather weak level because of the existing research gaps. There are research gaps in the study of accessibility challenges of visually and technically complex elements as well as concrete solutions related to them. In this research, accessibility has been reviewed from the viewpoint of web-based maps. The goal is to clarify accessibility challenges in web-based maps and to find solutions for detected challenges simultaneously expanding the understanding of accessibility. This research was performed as an empirical qualitative research. The qualitative research was performed as a user testing utilizing think aloud protocol. User testing was assisted by utilizing semi-structured interview. Research results were analyzed utilizing task analysis, data coding and theming. This research was based on a theoretical framework created in the literature review. Based on the literature, it was discovered that in web-based maps, accessibility challenges were caused by cognitive-, motorized- and visual limitations. Challenges can be detected in interactive-, thematic- and geographical maps as well as maps with continuous information. In this research it was detected that there are still many challenges related to web-based maps, some of which prevent full functioning in map platform, and some make functioning harder. Accessibility challenges related to web-based maps were detected in terms of plentiness of content, different types of user interface elements, map layout and visual appearance, functionality that requires movement, consistency of the maps and visual elements. Based on results it can be noted that solutions to these challenges are individual and for now it is nearly impossible to reach perfect accessibility for the entire graphic map. However, it is possible to search for concrete solutions to the perceived accessibility challenges and thereby promote equal opportunities for all users to use web-based services.

Keywords: web accessibility, accessible web design, web-based map, accessibility challenge, cognitive disability, physical disability

KUVIOT

KUVIO 1 Visualisointi käänteisistä väreistä verkkosivulla	15
KUVIO 2 Visualisointi näkökentän rajoittuneisuudesta (Allan, Kirkpatrick & Henry, 2016)	16
KUVIO 3 Poikkeavien värinäköryhmien havainnot alkuperäisistä väreistä (Allan ym., 2016)	16
KUVIO 4 Havainnollistus ruudunlukijan toiminnasta	30
KUVIO 5 Karttojen rasteri- ja vektoridata (Peda.net, 2022)	33
KUVIO 6 Esimerkki temaattisen kartan tasoista (Maanmittauslaitos, 2022)	37
KUVIO 7 Heikkonäköisen koehenkilön kohtaamia saavutettavuushaasteita ...	66
KUVIO 8 Kognitiivisen rajoiteryhmän yleisimmät saavutettavuushaasteet	71
KUVIO 9 Motorisen rajoiteryhmän yleisimmät saavutettavuushaasteet	71
KUVIO 10 Näkörajoitteisten yleisimmät saavutettavuushaasteet	72

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Kartta-alustoilla saavutettavuushaasteita aiheuttavat tekijät....	39
TAULUKKO 2 Tutkimukseen osallistuneet koehenkilöt	45
TAULUKKO 3 Tehtäväanalyysissä hyödynnetyt käyttäjätestauksen yleis- ja osatavoitteet.....	49
TAULUKKO 4 Koehenkilöiden suoriutuminen käyttäjätestauksen tehtävistä .	54
TAULUKKO 5 Kognitiivisesti rajoittuneiden saavutettavuushaasteet karttatyypeittäin	59
TAULUKKO 6 Motorisesti rajoittuneiden saavutettavuushaasteet karttatyypeittäin	62
TAULUKKO 7 Heikkonäköisen ja värisokean saavutettavuushaasteet karttatyypeittäin	69
TAULUKKO 8 Sokeiden saavutettavuushaasteet karttatyypeittäin.....	70
TAULUKKO 9 Tutkimuksessa havaitut saavutettavuushaasteet ja ratkaisut ...	87

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT JA TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	7
2	SAAVUTETTAVUUS	11
2.1	Universaali suunnittelu	11
2.2	Saavutettavuuden määritelmä.....	12
2.3	Käyttäjien fyysiset ja kognitiiviset rajoitteet	13
2.3.1	Näkörajoitteet	14
2.3.2	Kuulo- ja puherajoitteet.....	17
2.3.3	Motoriset rajoitteet	17
2.3.4	Kognitiiviset rajoitteet	18
2.4	Saavutettavuusdirektiivi	19
2.5	Käytettävyys.....	20
3	SAAVUTETTAVA VERKKOSIVUSUUNNITTELU	23
3.1	Verkkopohjainen käyttöliittymä.....	23
3.2	Verkkosivusuunnittelun määritelmä.....	25
3.3	Saavutettava verkkosivusuunnittelu	25
3.3.1	WCAG 2.1 saavutettavuusohje	26
3.3.2	WCAG 2.1 vaatimukset	26
3.3.3	WCAG 2.1 kriteerien arviointi.....	27
3.4	Avustava teknologia.....	28
3.4.1	Ruudunlukuohjelmat ja tekstieditorit.....	29
3.4.2	Suurenusominaisuudet	30
3.4.3	Pistenäyttö ja kosketusgrafiikka	31
4	VERKKOPOHJAISET KARTAT SAAVUTETTAVUUDEN NÄKÖKULMASTA.....	32
4.1	Verkkopohjaiset kartat	32
4.2	Kartat saavutettavuuden näkökulmasta	33
4.2.1	Interaktiiviset kartat.....	34
4.2.2	Jatkuvaa tietoa sisältävät kartat	35
4.2.3	Temaattiset kartat.....	36
4.2.4	Maastokartat	37
4.3	Yhteenveto verkkopohjaisten karttojen saavutettavuushaasteista	38
5	TUTKIMUSMENETELMÄT	41
5.1	Tutkimuksen tausta ja aiheen rajaus.....	41
5.2	Aineistonkeruumenetelmä ja tutkimuksen otanta	42
5.2.1	Aineistonkeruumenetelmät	42

5.2.2	Otanta.....	44
5.3	Käyttäjätestauksen toteuttaminen ja aineiston keruu	46
5.4	Aineiston purkaminen ja analyysi	48
6	TUTKIMUSTULOKSET	52
6.1	Käyttäjätestin tehtävien suorittaminen	53
6.2	Saavutettavuushaasteet karttatyypeittäin ja koehenkilöittäin.....	55
6.2.1	Kognitiiviseen rajoiteryhmään kuuluvien koehenkilöiden haasteet	55
6.2.2	Motoriseen rajoiteryhmään kuuluvien koehenkilöiden haasteet	60
6.2.3	Näkörajoitteisiin kuuluvien koehenkilöiden haasteet	63
6.3	Yleisimmät haasteet rajoiteryhmittäin.....	70
6.4	Puolistrukturoitujen haastattelujen ratkaisuehdotukset	72
7	TULOSTEN TULKINTA JA POHDINTA	74
7.1	Johtopäätökset.....	74
7.2	Tutkimuksen ja tulosten merkitys.....	80
7.3	Tutkimuksen rajoitukset, validiteetti ja luotettavuus	81
7.4	Jatkotutkimusaiheet.....	84
8	YHTEENVETO	85
	LÄHTEET	90
	LIITE 1 KÄYTTÄJÄTESTIN RUNKO.....	99

1 JOHDANTO

Saavutettavuus on esteettömyyttä digitaalisessa ympäristössä kuten verkkosivuilla (Brophy & Craven, 2007). Se on noussut aiheena tärkeämmäksi verkon ja digitaalisten palveluiden käytön lisääntyessä. Saavutettavuudesta puhuttaessa korostetaan yleensä vammaisia tai jollain tapaa toimintarajoitteisia käyttäjiä, mutta loppujen lopuksi se koskee kaikkia käyttäjiä. Jokainen ihminen kohtaa tilapäisiä ja tilanneriippuvaisia rajoitteita arkielämässä, jotka ovat rinnastettavissa saavutettavuuden näkökulmasta vammaisten ja toimintarajoitteisten käyttäjien kohtaamiin haasteisiin teknologian käytössä. Esimerkiksi auringossa näytön värien havaitseminen on haasteellista, kovassa melussa yksittäisten äänten kuuleminen vaikeutuu, murtuneella kädellä näppäimistön käyttäminen on hankalaa tai mahdotonta sekä stressin ja uupumuksen alaisena päättely ja muistaminen on työläämpää (Leskelä, 2019, s. 67). Haasteita saattaa tuoda myös verkon käyttö monenlaisissa laitteissa kuten matkapuhelimissa, tableteissa, televisioissa ja älykelloissa (Henry ym., 2014). Toisin sanoen verkon käyttö erilaisia rajoitteita sisältävissä tilanteissa on herättänyt myös tarpeen saavutettavuuden tarkastelulle.

Saavutettavuus teemana on hyvin ajankohtainen aihe ja siihen on jouduttu monessa organisaatiossa kiinnittämään yhä enemmän huomiota verkkosivujen osalta. Vuonna 2019 alettiin portaittain ottamaan käyttöön saavutettavuusdirektiiviä, joka vaati viranomaisia tekemään heidän digitaaliset palvelunsa saavutettaviksi (Valtiovarainministeriö, 2021). Samalla myös etätyön yleistyttyä globaalin pandemian Covid-19 myötä verkkosivujen saavutettavuuteen ja käytettävyyteen on ollut pakko lisätä huomiota. Vaikka saavutettavia palveluita tarvitsevien käyttäjien ryhmä kuuluu vähemmistöön, on se silti henkilömäärältään suuri ryhmä. Vuonna 2017 noin 15 prosentilla maailman väestöstä oli jokin fyysinen-, aisti- tai kognitiivinen vamma (Ramakrishnan ym., 2017). Suomessa on pelkästään näkörajoitteisia henkilöitä 228 000. Näkörajoite vaikeuttaa verkkosivujen käyttöä ja verkkopalveluiden käyttö edellyttää usein saavutettavia palveluita. (Näkövammaisten liitto, 2021.) Myös ikääntyvien ihmisten määrän kasvaminen yhteiskuntarakenteessa on lisännyt tarvetta saavutettavuushuomioiden tarkkailulle (Henry ym., 2014). Vaikka käyttäjien ikä ei suoranaisesti korreloi verkkosivuilla toimimisen helppouteen, on kuitenkin yleistettävissä asteittaisia

muutoksia kognitiivisessa ja fyysisessä kyvyssä, jotka liittyvät ikääntymiseen keski-ikästä alkaen (Hanson, 2011). Toisin sanoen myös suuri prosentti ikääntyvistä ihmisistä kaipaa saavutettavia palveluita, jotta he voivat suorittaa välttämättömiä tehtäviä verkkosivuilla. Tällä hetkellä maailman väestöstä 15 % ei pysty käyttämään verkkopalveluita, koska niitä ei ole suunniteltu tarpeeksi saavutettavasti. Ylipäätensä 1 254 800 ihmistä tarvitsee Suomessa saavutettavuutta, mikä on iso osa Suomen koko väestöstä. (Saavutettavuusdirektiivi, 2021.)

Suuri osa palveluista on siirtynyt tai tulee siirtymään verkkopohjaisiksi palveluiksi, mikä tarkoittaa sitä, että kaikkien ihmisten on pystyttävä toimimaan verkkosivuilla heidän henkilökohtaisista rajoitteistaan huolimatta. Näitä verkkopalveluita ovat oppimis- ja työympäristöistä aina pankkipalveluihin ja verkkokauppoihin olevat verkkosivupohjaiset käyttöliittymät. Samaan aikaan teknologia kehittyy myös jatkuvasti ja erilaisista verkkosivujen elementeistä halutaan tehdä vaikuttavampia ja teknisesti monimutkaisempia. Saavutettavuus perustuu yksinkertaisuuteen, joten teknisesti ja visuaalisesti monimutkaisten elementtien muokkaaminen saavutettavaksi on vielä haaste (Kirkpatrick ym., 2018). Saavutettavuuden kannalta haastavien verkkosivuelementtien tutkiminen on hyvin ajankohtaista ja tulee auttamaan myös tulevaisuuden tutkimusta sekä itse verkkosivusuunnittelua.

Tämän tutkimuksen tarkoitus on tutkia saavutettavuutta juuri haastavien verkkosivuelementtien näkökulmasta. Saavutettavuuden kannalta haastavia verkkosivuelementtejä on useita, joten tässä tutkielmassa saavutettavuuden kannalta haastavat verkkosivuelementit on rajattu verkkopohjaisiin kartta-alustoihin. Aihe rajattiin verkkopohjaisiin kartta-alustoihin, sillä ne sisältävät itsessään jo useita saavutettavuuden kannalta haasteellisia elementtejä kuten 3D-elementtejä. Toinen peruste oli aiheesta tehty aiempi tutkimustyö. Saavutettavuuden kannalta haasteellisista elementeistä karttoja on tutkittu hieman, mutta ymmärrystä ja tietoa on kuitenkin vielä hyvin vähän aiheesta. Aiheen tutkimisesta on siis selkeä puute. Muutamat aiemmat aiheeseen liittyvät tutkimukset mahdollistavat kuitenkin saatujen tulosten vertaamisen reliabiliteetin kannalta. Kaiken kaikkiaan tutkimus keskittyy siis verkkosivujen saavutettavuuteen (engl. web accessibility) tarkoituksenaan selvittää verkkopohjaisten karttojen saavutettavuushaasteita sekä mahdollisia keinoja ratkoa nämä haasteet osana saavutettavaa verkkosivusuunnittelua.

Tutkimuksessa keskitytään vammaisiin käyttäjiin, joiden rajoitteet ovat joko synnynnäisiä tai elämän edetessä ilmenneitä. Toisin sanoen tutkimuksessa ei oteta huomioon yllä mainittuja tilanne ja tilapäisiä vammoja ja rajoitteita, sillä ne ovat verrastettavissa samoihin rajoitteisiin, joita vammaiset kohtaavat. Tutkimuksen tarkoitus on luoda teoreettinen viitekehys saavutettavuuden kannalta haasteellisista verkkopohjaisista kartta-alustoista. Viitekehyyksen pohjalta pyritään analysoimaan karttoihin liittyviä haasteita ja käyttäjien kohtaamia esteitä sekä havaittujen haasteiden pohjalta löytämään ratkaisuja näiden elementtien saavutettavaan toteutukseen osana verkkosivusuunnittelua. Nämä tavoitteet on tarkoitus saavuttaa löytämällä vastaus seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Mitkä verkkopohjaiset kartta-alustat ovat saavutettavuuden kannalta haasteellisia ja mille vamma-/rajoiteryhmälle?
- Mitä saavutettavuushaasteita nousee esiin verkkopohjaisten kartta-alustojen yhteydessä?
- Miten luoda verkkopohjaisista kartta-alustoista saavutettavia?

Verkkopohjaisiin karttoihin liittyviä haasteita kartoitetaan empiirisen laadullisen tutkimuksen avulla hyödyntäen käyttäjätestausta ja ääneen ajattelun (TAP) menetelmää. Koehenkilöt suorittavat itsenäisesti heille annetuilla kartta-alustoilla tehtäviä samaan aikaan kun puhuvat ääneen omia ajatuksiaan, tuntemuksiaan ja toimintaansa. Käyttäjien toiminta, heidän ilmeensä ja eleensä sekä ääneen puhutut ajatukset tallennetaan ja litteroidaan kirjalliseen muotoon, jotta tulosten analysoiminen on helpompaa. Ratkaisuja haasteisiin pyritään löytämään puolistrukturoidulla haastattelulla käyttäjätestauksen kolmen tehtäväsosion lomassa. Aineisto analysoidaan hyödyntäen tehtäväänalyysia sekä sen pohjalta tehtyä datan koodaamista ja teemoittelua.

Tutkimuksen käsitteistö sekä teoreettinen viitekehys ja - pohja toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Sen tavoitteena on syventyä aiheen käsitteistöön ja löytää vastaus tutkielman ensimmäiseen tutkimuskysymykseen aiempien tutkimusten avulla hyödyntäen alan tieteellistä lähdekirjallisuutta. Lähdekirjallisuus tulee koostumaan vertaisarvioiduista artikkeleista sekä useaan otteeseen viitatuista kirjoista. Lähdekirjallisuuden arviointiin hyödynnetään Julkaisufoorumia (<https://www.tsv.fi/julkaisufoorumi/haku.php>), joka arvostelee teokset asteikolla 0–3 niiden laadun ja tason mukaan kolmosen edustaessa korkeinta tasoa. Lähdekirjallisuuden keräämiseen hyödynnetään tieteellisten aineistojen julkaisukanavia kuten Google Scholaria, JYKDOK Finnaa sekä IEEE Xploreä. Hakusanoina käytetään pääasiallisesti " web accessibility", "saavutettavuusdirektiivi", "web-based maps", "accessibility AND web design", "disabilities AND web".

Tutkielma koostuu kuudesta pääluvusta sekä johdannosta ja yhteenvedosta. Näiden lisäksi tutkimus sisältää tiivistelmän suomeksi ja englanniksi sekä liitteet osion, joka sisältää käyttäjätestauksen rungon. Ensimmäiset kolme sisältölokua tulevat johdattelemaan aiheeseen edellä mainitun kirjallisuuskartoituksen muodossa. Niiden tarkoitus on luoda tutkimuksen teoreettinen viitekehys sekä vastata ensimmäiseen tutkimuskysymykseen perehtymällä aiempaan kirjallisuuteen ja tutkimukseen aiheesta. Ensimmäinen näistä kolmesta tutkimuksen peruskäsitteistöä määrittävästä sisältöluvusta käsittelee yleisesti saavutettavuutta ja siihen läheisesti kuuluvia käsitteitä. Tässä luvussa määritellään saavutettavuus ja sen yläkäsite universaali suunnittelu (engl. Universal design) sekä käsitellään verkkosivujen käyttäjien fyysisiä ja kognitiivisia rajoitteita, joihin saavutettavuus pyrkii löytämään ratkaisuja. Myös saavutettavuusdirektiivi ja saavutettavuuteen linkittyvä käytettävyys avataan. Toisessa käsitteistöluvussa käsitellään verkkosivusuunnittelua ottaen mukaan myös saavutettavuuden näkökulma. Aluksi määritellään yleisesti verkkopohjainen käyttöliittymä sekä verkkosivusuunnittelu, jonka jälkeen käsitellään saavutettavan verkkosivusuunnittelun piirteitä ja apuvälineitä verkkosivujen käyttämiseen. Viimeinen käsitteistöä avaava sisältölokua

koskee verkkopohjaisia kartta-alustoja ja niiden saavutettavuutta. Sen tarkoitus on määritellä saavutettavuuden kannalta haasteellisia karttatyyppisiä sekä käsitellä myös niiden saavutettavuushaasteita käyttäjien eri rajoitteiden näkökulmasta. Kolmannen sisältöluvun tarkoitus on myös vastata ensimmäiseen tutkimuskysymykseen.

Jälkimmäiset kolme sisältölukua käsittelevät empiiristä tutkimusta. Ensimmäinen näistä luvuista käsittelee tutkimusmenetelmiä. Siinä kuvataan tutkimuksessa käytetty aineistonkeruumenetelmä, tutkimukseen valittu otanta, tutkimuksen toteuttaminen ja aineiston keruu sekä aineiston purkaminen ja analysoiminen. Toisessa tutkimusta käsittelevässä pääluvussa keskitytään tutkimuksen tuloksiin ja tutkimuksesta saatuun aineistoon avaten tuloksia hieman eri näkökulmista tarkastellen ensin karttoihin liittyviä saavutettavuushaasteita ja lopuksi ratkaisuehdotuksia haasteisiin. Viimeinen pääluku käsittelee tutkimuksen johtopäätöksiä ja sisältää pohdintaa tutkimuksen merkityksestä sekä siihen liittyvistä rajoituksista ja sen luotettavuudesta. Lopuksi esitetään vielä mahdollisia jatkotutkimusaiheista. Sisältölukujen jälkeen on enää lyhyt yhteenveto tutkimuksesta, koonti tutkimuksessa käytetyistä lähteistä sekä liitteissä oleva tutkimuslomake.

2 SAAVUTETTAVUUS

Tässä sisältyöluvussa käsitellään tutkimuksen kannalta oleellisinta käsitettä saavutettavuutta ja siihen vahvasti liittyviä käsitteitä. Ensin avataan saavutettavuutta kattavampi käsite universaali suunnittelu, jonka jälkeen tarkastellaan itse saavutettavuutta ja käsitellään verkkosivujen käyttäjien fyysisiä ja kognitiivisia rajoitteita. Tämän jälkeen määritellään lyhyesti saavutettavuusdirektiivi ja saavutettavuuden kanssa käsikädessä kulkeva käsite käytettävyys. Tässä tutkimuksessa saavutettavuudesta puhuttaessa tarkoitetaan aina verkkosivuilla havaittua saavutettavuutta (engl. web accessibility).

2.1 Universaali suunnittelu

Universaali suunnittelu (engl. Universal design) on prosessi, jonka avulla on tarkoitus luoda tuotteita ja palveluita, jotka ovat käytettäviä mahdollisimman monelle käyttäjälle heidän vaihtelevista kyvyistään huolimatta ja jotka toimivat mahdollisimman monessa eri tilanteessa (Henry ym., 2014). Se on tuotteiden ja ympäristön suunnittelua, niin että ne ovat kaikkien ihmisten käytettävissä ilman mukauttamista tai erikoissuunnittelua (Blanck, 2014, s. 26).

Universaali suunnittelu liittyy laajan suunnittelun (engl. inclusive design), suunnittelua kaikille (engl. Design for all), digitaalisen mukaan ottamisen (engl. digital inclusion) ja yleisen käytettävyyden (engl. universal usability) lähestymistapoihin. Sen tehtävä on pohtia, kuinka teknologia saadaan ihmisten saataville ja käytettäväksi muun muassa erilaisista kyvyistä, iästä, taloudellisesta tilanteesta, koulutuksesta, maantieteellisestä sijainnista sekä kielestä riippumatta. (Henry ym., 2014.) Universaalien suunnittelun tarkoitus on tehdä tuotteista ja palveluista helpompia käyttää vähentämällä niiden monimutkaisuutta ja minimoimalla vuorovaikutukseen tarvittavat yksilöiden fyysiset ja kognitiiviset kyvyt (Blanck, 2014, s. 26).

Blanck (2014, s. 27) kuvaa universaalia suunnittelua syrjivän suunnittelun välttämiseksi teknologisessa maailmassa. World Wide Webin keksijä Tim

Berners-Lee totesikin vuonna 1997, että "*Verkon voima on sen universaalisuudessa*" (World Wide Web Consortium, 1997). Internetin perussuunnittelulla on potentiaalia toimia kaikille ihmisille heidän laitteistostaan, ohjelmistostaan, kielestään, kulttuuristaan, sijainnistaan tai fyysisistä tai henkisistä kyvyistään huolimatta. Yksi universaalin internetin näkökulma on saavutettavuus. (Henry ym., 2014.) Toisin sanoen universaali suunnittelu on saavutettavuutta laajempi kokonaisuus, joka toteutuu, kun verkkosisältö on mahdollisimman saavutettava ja käytettävä (Blanck, 2014, s. 26).

2.2 Saavutettavuuden määritelmä

Saavutettavuus on esteettömyyttä digitaalisessa ympäristössä kuten verkkosivuilla. Sen peruserä on "suunnittelua kaikille". Toisin sanoen se on ihmisten erilaisuuden ja moninaisuuden huomioon otamista verkkosivujen suunnittelussa tavoitteenaan edistää kaikkien mahdollisuutta toimia täysvertaisesti digitaalisessa yhteiskunnassa. (Bai, 2019; Brophy & Craven, 2007.) ISO 9241-112:2017, 3.15 (2018) määrittelee saavutettavuuden sen mukaan missä määrin ihmiset, joilla on väestöstä laajimmat käyttäjätarpeet ja ominaisuudet kykenevät saavuttamaan tiettyjä tavoitteita tietyssä käyttökontekstissa kuten käyttäessään erilaisia tuotteita, järjestelmiä, palveluita, ympäristöjä ja tiloja. Leskelän (2019, s. 67) haastattelema pitkään saavutettavuuden parissa töitä tehnyt Timo Övermark määrittelee saavutettavuuden hyväksi käytettävyydeksi, joka ottaa huomioon kaikki käyttäjät ja heidän henkilökohtaiset kykynsä ja ominaisuutensa. Hänen mukaansa tekniset ratkaisut voivat parantaa saavutettavuutta vain, jos ne on toteutettu niin, että teknologiaa käyttävä ihminen on otettu huomioon (Leskelä, 2019, s. 67).

Henry ym. (2014) mieltävät saavutettavuuden suunnitteluksi, joka ottaa huomioon ihmiset, joilla on jokin vamma. Toisin sanoen saavutettavuuden tarkoitus on tarjota vammaisille yhtäläiset mahdollisuudet toimia digitaalisissa palveluissa kuin käyttäjille, joilla ei ole vammaa. Henry ym., (2014) kuitenkin painottivat, että vaikka saavutettavuuden painopiste on vammaisissa käyttäjissä, hyödyttää saavutettavuus monia muitakin käyttäjiä. Tällaisia käyttäjiä ovat esimerkiksi ikääntyvät käyttäjät, joilla motoriset ja kognitiiviset kyvyt ovat heikentyneet (Lorca ym., 2018). Myös käyttäjät, joilla on niin sanottuja tilanne rajoitteita kuten laitteisiin (vanha teknologia) tai ympäristöön liittyviä (alhainen kaistanleveys) rajoitteita, hyötyvät saavutettavuudesta (Henry ym., 2014). Henry, ym. (2014) määrittelevät vammaisiin kuulo-, puhe- ja näkövammaiset sekä kognitiiviset -, fyysiset - ja neurologiset vammaisuudet. Seuraavassa luvussa käsitellään tarkemmin käyttäjien fyysisiä- ja kognitiivisieräjoitteita.

Esimerkkejä saavutettavuudesta ovat verkkosivut, jotka toimivat ruudunlukuohjelmien avulla, joiden videot ja kuvat on tekstitetty, joita pystyy käyttämään pelkkien näppäinkomentojen avulla, ja jotka muuttavat sivuilla olevan tekstin tarvittaessa pistekirjoitukseksi (Bai, 2019; Brophy & Craven, 2007). Saavutettavuus toteutuukin, mikäli käyttäjillä on sama kokemus sivuston selaamisesta

riippumatta siitä, käyttääkö henkilö avustavaa teknologiaa vai ei (Bai, 2019; Kul-karni, 2018, s. 197). Toisin sanoen saavutettavuuden näkökulmasta on tarkoitus suunnitella verkkosivuja siten, että vammaiset käyttäjät voivat käyttää niitä, kun-ten verkkosivuja on suunniteltu käytettävän. Saavutettavuus onkin yksi kahdek-sasta YK:n vammaisten oikeuksia koskevan yleissopimuksen periaatteesta. Saa-vutettava teknologia takaa vammaisille tasavertaisen pääsyn tietoon ja mahdol-listaa vuorovaikutuksen nykypäivän digitaalisessa maailmassa. (Henry ym., 2014.) Heumann (1998) totesikin "*ihmisille, joilla ei ole vammaa, teknologia tekee asi-oista kätevää. Vammaisille se tekee asiat mahdollisiksi*". Jotta tämä toteutuu, on tek-nologian oltava saavutettavaa (Henry ym., 2014).

Leskelä (2019, s. 47) määrittelee saavutettavuuden ympäristön, toimintojen, palveluiden ja tuotteiden toteuttamiseksi siten, että ne ovat mahdollisimman mon-en ihmisen saavutettavissa ja käytettävissä. Hänen mukaansa saavutettavuus mahdollistaa toiminnan yhteiskunnassa kaikille ihmisille esteistä ja rajoituksista riippumatta. Leskelä on jakanut saavutettavuuden fyysiseen saavutettavuuteen, aistinvaraiseen saavutettavuuteen, kognitiiviseen saavutettavuuteen ja tekniseen saavutettavuuteen. (Leskelä, 2019, s. 47.) Tässä tutkielmassa keskitytään ensisi-jaisesti tekniseen-, aistinvaraiseen- ja kognitiiviseen saavutettavuuteen tutki-muksen aiheen rajautuessa verkkosivujen saavutettavuuteen.

Aistinvarainen saavutettavuus on tärkeä huomioida saavutettavassa suun-nittelussa. Yksinkertaisimmillaan se tarkoittaa sitä, että palvelua on mahdollista käyttää näkö-, kuulo- tai tuntoaistivammoista huolimatta. Tämä tarkoittaa esi-merkiksi sitä, että näkövammaisen voi käyttää verkkosivuja hyödyntäen ruu-dunlukuohjelmaa. (Leskelä, 2019, s. 45–50.)

Kognitiivinen saavutettavuus taas tarkoittaa tiedon ja tiedonkäsittelyn saa-vutettavuutta eli ratkaisuja, jotka helpottavat ymmärtämistä, hahmottamista, muistamista ja uuden tiedon oppimista sekä omaksumista. Esimerkiksi verkko-sivusto voi olla kognitiivisesti saavuttamaton, jos sen rakenne on sekava ja epä-looginen eikä käyttäjä löydä sivustolta olennaista tietoa. Yleisti ottaen verkkosi-vuilla kognitiivinen saavutettavuus tarkoittaa sitä, miten helposti käyttäjä löytää sivustolta tietoa ja kuinka helposti hän pystyy sitä käyttämään. Verkkosivujen sisältö, kieli ja asioiden esitystapa ovat siis oleellisia kognitiivisen saavutettavuuden kannalta. (Leskelä, 2019, s. 45–50.)

Teknisellä saavutettavuudella Leskelä (2019, s. 65) viittaa verkkosivujen oh-jelmoimiseen ajantasaisten saavutettavuusstandardien mukaisesti. Ohjeistuk-seen ja tekniseen saavutettavuuteen keskitytään paremmin seuraavassa sisältö-luvussa perehtyen WCAG-saavutettavuusohjeistukseen.

2.3 Käyttäjien fyysiset ja kognitiiviset rajoitteet

Ihmisillä saattaa olla erilaisia fyysisiä, psyykkisiä ja kognitiivisia rajoitteita, jotka voivat olla haitaksi jonkun tietyn asian tai tehtävän suorittamisessa, mutta jotka ovat ja pysyvät osana heitä. Nämä rajoitteet saattavat olla synnynnäisiä, jonkun onnettomuuden aiheuttamia tai esimerkiksi iän mukanaan tuomia. Rajoitteet

ovat henkilökohtaisia ja esimerkiksi iän mukanaan tuomat muutokset kognitiivisessa ja fyysisessä kyvyssä vaihtelevat päivästä toiseen ja pitkällä aikavälillä (Hanson, 2011; Zajicek, 2001).

World Wide Webin keksijä Tim Berners-Lee käynnisti vuonna 1997 WWW:n saavutettavuus aloitteen, jonka tavoitteena on poistaa saavutettavuuden esteet kaikilta vammaisilta käyttäjiltä mukaan lukien juuri kuulo- ja näkörajoitteiset sekä fyysisiä että kognitiivisia rajoitteita omaavat (Friedman & Bryen, 2007). Seuraavaksi hieman tarkemmin näistä rajoiteryhmistä.

2.3.1 Näkörajoitteet

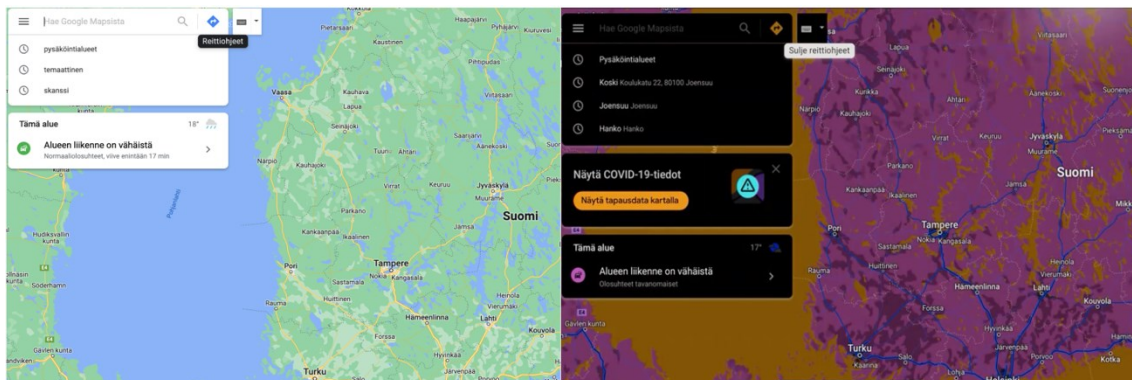
Näkörajoitteiset muodostavat huomattavan osan saavutettavuusongelmista kärsivistä vammaisista. Vuonna 2017 maailmassa oli lähes 285 miljoonaa näkövammaista ihmistä, joista 39 miljoonaa oli sokeita ja 246 miljoonaa heikkonäköisiä. (Ramakrishnan ym., 2017.) Suomessa viime vuonna (2021) oli 55 000 näkövammaista, joista 74 % oli heikkonäköisiä ja 22 % sokeita eli henkilöitä, jotka eivät pysty liikkumaan tuntemattomassa paikassa näköaistin turvin. Suurin osa heikkonäköisistä on ikääntyviä ihmisiä. (Näkövammaisten liitto, 2022.)

Heikko näkökyky saattaa vaikeuttaa paljonkin verkkosivujen ja eri teknologioiden käyttöä tuoden mukanaan esteettömyys- ja käytettävyysoongelmia. Etenkin liian lähekkäin toisiaan olevat värit, pienet värialueet, matalan kirkkaustason värit ja toisiaan lähekkäin olevat kontrastit on vaikea erottaa, mikäli näkökyky on heikentynyt. Esimerkiksi ikääntyessä silmän tehokkuus heikkenee, jolloin himmeitä värejä ei ole enää välttämättä nähtävissä. Myös pienet tekstit ja muut käyttöliittymäelementit sekä monimutkaiset kirjaisintyyliit saattavat olla vaikea erottaa verkkosivujen taustasta. (Galitz, 2007.) Elementtien ja tekstien pieni koko ei välttämättä aina estä verkkosivulla toimimista, mutta se saattaa merkittävästi hidastaa tehtävän suorittamista ja lisätä turhautumista (Chadwick-Dias ym., 2003).

Näkörajoitteita on erilaisia mukaan lukien täysin sokeat henkilöt. Yleisimpiä verkkosivujen käyttöön vaikuttavia näkörajoitteita täysin sokeiden lisäksi ovat heikko näöntarkkuus, valoherkkyys, kontrastiherkkyys, rajoittunut näkökenttä sekä värisokeus. Monella heikkonäköisellä on useita näkövammoja. Esimerkiksi silmänpohjan rappeumasta kärsivillä on rajoittunut näkökenttä, huono näöntarkkuus, alhainen kontrastiherkkyys sekä korkea valoherkkyys. Ylipäättänsä näkörajoitteita voi ilmetä monen eri tekijän vaikutuksena. Erilaiset tulehdukset, lääkitys, väsymys ja ympäristö kuten aurinko vaikuttavat näköön. (Allan ym., 2016.) Iän myötä myös usein erilaiset näkörajoitteet tulevat ajankohtaisiksi (Scott, 2003). Näön heikkeneminen iän myötä on tyypillistä ja se vaikuttaa usein myös teknologian käyttöön vaikeuttaen esimerkiksi tekstien lukemista ja niiden erottamista taustasta (Hanson, 2011).

Näöntarkkuudella tarkoitetaan näön selkeyttä tai sen terävyyttä. Se riippuu silmän verkkokalvon toiminnasta yhdessä aivojen tulkinnan kanssa. Suurin osa näöntarkkuudesta on korjattavissa erilaisilla linsseillä kuten silmälasilla tai piilolinssillä. Joidenkin kohdalla näöntarkkuus on sen verran alhainen, että sumeaa näköä ei pystytä korjaamaan leikkauksella tai linsseillä. (Allan ym., 2016.)

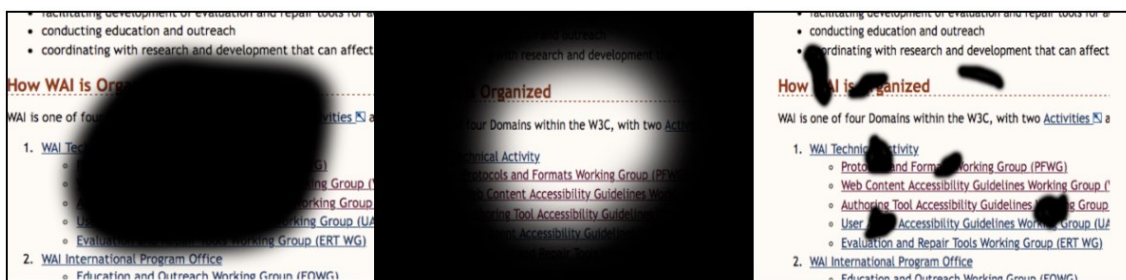
Valoherkkyys on yleistä ihmisille, keillä on heikko näkö. Valoherkille ihmisille kirkas valo tekee näkemisen vaikeaksi tai kokonaan mahdollottomaksi aiheuttaen myös silmäkipua ja päänsärkyä. Esimerkiksi valoherkille tietokoneen näyttöä on vaikea havaita näytön ollessa vaalea taustainen ja kirkkaus normaali. Tällöin värien kääntäminen näytöllä on yleistä eli esimerkiksi valkoisella pohjalla olevan musta teksti käännetään mustalla pohjalla olevaksi valkoiseksi tekstiksi. (Allan ym., 2016.) Alla olevassa kuviossa (kuvio 1) on esitetty esimerkki käänteistä väreissä Google Maps -verkkosivulla. Kuviossa (kuvio 1) vasemmalla on esitetty kuva käyttöliittymästä normaalein värein ja oikealla käänteisin värein.



KUVIO 1 Visualisointi käänteisistä väreistä verkkosivulla

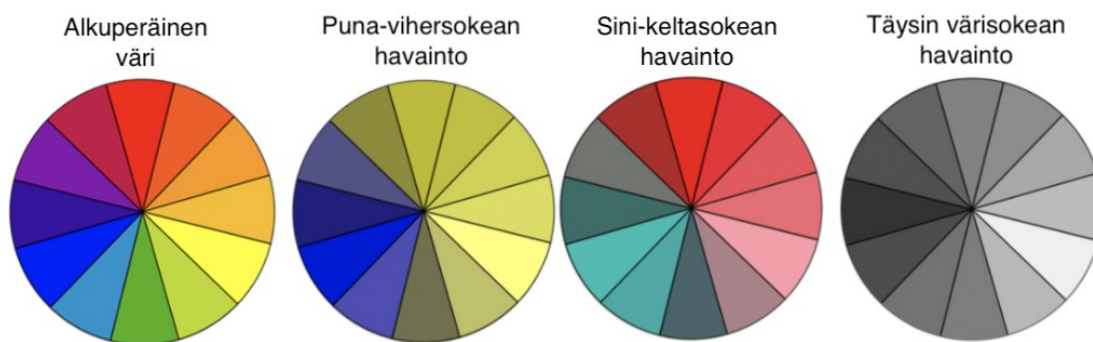
Kontrastiherkkyydellä viitataan kirkkaiden ja himmeämpien alueiden erottamiseen. Esimerkiksi vaaleanharmaan tekstin erottaminen vaaleasta taustasta voi olla vaikeaa kontrastiherkille käyttäjille. Kontrasti perustuu kirkkauteen. Kuitenkin on huomioitava, että esimerkiksi eri väreillä voi olla sama kirkkaus, mutta eri kontrasti. (Allan ym., 2016.)

Ihmisen näkökenttä on alue, josta ihmisen silmä pystyy keräämään visuaalista tietoa katsoessaan suoraan eteenpäin. Näkökenttä on tavallisesti noin 180 astetta oikealta vasemmalle ja 150 astetta alhaalta ylös. Terävin näkö on näkökentän keskellä viisi astetta ja värinäkö 20 astetta. Joillakin ihmisillä näkökenttä on rajoittunut. Se voi olla rajoittunut eri tavoin. Keskusnäkökentän rajoittuvuus tarkoittaa sitä, että henkilön näkö heikkenee tai puuttuu kokonaan näkökentän keskeltä. Perifeerisen näkökentän rajoittuvuus on päinvastainen ongelma. Tällöin henkilö näkee vain näkökentän keskiosan. Tätä kutsutaan tunnelinäköksi. Näiden kahden näkökentän menetyksen lisäksi näkökenttä voi olla rajoittunut myös satunnaisista kohdista. Tällöin henkilön näkökentässä voi olla hajallaan olevia näön hämärtyneitä kohtia tai puutteita vasemmassa tai oikeassa näkökentän osassa. (Allan ym., 2016.) Alla olevassa kuviossa (kuvio 2) on havainnollistettu keskusnäkökentän ja perifeerisen näkökentän rajoittuneisuus sekä satunnaisesti rajoittunut näkökenttä vasemmalta oikealla edellä esitettyssä järjestyksessä.



KUVIO 2 Visualisointi näkökentän rajoittuneisuudesta (Allan, Kirkpatrick & Henry, 2016)

Näkörajoitteista puhuttaessa tulee kiinnittää huomiota myös poikkeaviin värinäköryhmiin eli värisokeisiin, joilla on jonkinlainen värin havaitsemiseen liittyvä vajavaisuus (Galitz, 2007, s. 697). Värisokeus aiheutuu silmän verkkokalvolla olevien tappisolujen normaalista poikkeavasta toiminnasta (Li ym., 2016). Värisokeus harvoin tarkoittaa täysin värisokeita ihmisiä vaan yleensä sillä viitataan yhden tai useamman värikanavan normaalista poikkeavaan toimintaan. Toisin sanoen värisokeus ei lähes koskaan tarkoita kyvyttömyyttä nähdä värejä. (Johnson, 2014, s. 43). Täysin värisokeita miehistä ja naisista onkin vain noin viisi tuhannesta (Galitz, 2007, s. 697–698). Poikkeaviin värinäköryhmiin kuuluu 8 % miehistä ja 0,5 % naisista eli yhteensä maailman väestöstä 4,25 %:lla on vaikeuksia erottaa tai havaita joitakin tiettyjä värejä (Li ym., 2016). Yleisimmät värit, joita on vaikea havainnoida ovat vihreä, punainen ja sininen. Vihersokeita väestöstä on 6,39 %, punasokeita 2,04 % ja sinisokeita 0,003 %. (Galitz, 2007, s. 697–698.) Värivaje voidaan havaita myös tietyissä väripareissa, jolloin näiden värien erottaminen toisistaan on haasteellista. Yleisimmät väriparit ovat puna-vihersokeus ja kelta-sinisokeus. (Li ym., 2016.) Vaikka värisokeat eivät pysty havaitsemaan tai erottamaan tiettyjä värejä, pystyvät he kuitenkin havaitsemaan eroja värien voimakkuudessa ja kontrastissa (Galitz, 2007, s. 697–698). Allan ym. (2016) ovat havainnollistaneet punaviher-sokeiden, sini-keltasokeiden ja täysin värisokeiden havainnot muutamista eri väreistä. Havainnollistus on esitetty alla olevassa kuviossa (kuvio 3), jossa vasemmalla on alkuperäisten värien kartta ja siitä oikealle päin mennessä ensin punaviher-sokean havainto, sini-keltasokean havainto ja oikean puolimmaisena täysin värisokean havainto alkuperäisistä väreistä.



KUVIO 3 Poikkeavien värinäköryhmien havainnot alkuperäisistä väreistä (Allan ym., 2016)

2.3.2 Kuulo- ja puherajoitteet

Kuulovamma vaikuttaa miljooniin ihmisiin maailmassa. Sen on arvioitu olevan neljänneksi yleisin vamma maailmanlaajuisesti (World Health Organization, 2018). Suomessa on noin 800 000 ihmistä, joilla on todettu jonkinlainen kuulonalenema. Heistä yli 12,5 %:lla on käytössään kuulolaite ja/ tai sisäkorvaistute. (Kuuloliitto ry, 2021.) Tyypillisesti kuulo heikkenee iän myötä, mutta kuulovammaisia on yleisesti kaikissa ikäryhmissä (Scott, 2003).

Kuulon heikkeneminen voidaan määritellä ääniherkkyyden vähenemisenä verrattuna keskivertoihmisen herkkyyden tasoon (Montiel Ferreira & Bonacin, 2013). Esimerkiksi ikääntyessä korvan tehokkuus heikkenee emmekä kykene enää kuulemaan kaikkia äänen aallonpituuksia (Hanson, 2011). Kuulonalenema ymmärretään taas kyvyttömyytenä kuulla tiettyjä taajuuksia normaalilla intensiteetillä. Kuulovammaisiin lukeutuu täysin kuulovammaisten lisäksi myös henkilöt, joilla on kuulonalenema. Täysin kuulovammainen on henkilö, joka ei kykene kuulemaan puhuttua kieltä vahvistinlaitteista riippumatta. Kyvyttömyys ymmärtää vahvistettua puhetta eli heikentynyt kyky käsitellä kielellistä tietoa kuulon kautta määritellään siis kuurouden piirteiksi. Usein henkilöillä, jotka ovat syntyneet kuulovammaisina tai joilla on havaittu vahva kuulon heikkeneminen varhaisten elinvuosien aikana, on vaikeuksia myös lukea ja käyttää kirjoitettua kieltä ilmaisemaan itseään. Monimutkaisien, pitkän ja huonosti jäsenneen tekstin lukeminen voi erityisesti tuottaa haasteita. Tämä johtuu siitä, että kirjoitettu kieli perustuu vahvasti puhuttuun kieleen. Kirjoituskieli onkin verrattavissa toiseen kieleen viittomakielen ollessa ensisijainen eli äidinkieli. Kuulovammaisen ihmisen kirjoitetun kielen taso vaihtelee kuitenkin henkilöittäin. (Montiel Ferreira & Bonacin, 2013.)

Kuulorajoitteet saattavat vaikuttaa eri teknologioiden käyttöön (Scott, 2003). Etenkin verkkosivustoilla, jotka sisältävät paljon audiosisältöjä, tulee kiinnittää huomiota videoiden ääniin ja niiden tekstitykseen (Hanson, 2011). Vaikka verkkosivuilla visuaalinen sisältö on lisääntynyt, on hallitseva viestintäväline edelleen kirjallinen kieli. Kuulovammaiset, joilla on haasteita kirjoitetun kielen ja lukutaidon kanssa kohtaavatkin edelleen haasteita verkkosivuilla. (Montiel Ferreira & Bonacin, 2013.)

Ylipäätensä kielen lähtökohtana saavutettavassa suunnittelussa tulisi olla hyvä ja korrekki yleiskieli, joka noudattaa oikeinkirjoitus suosituksia. Osalle käyttäjistä selkokielliset verkkosivut ovat saavutettavuuden edellytys. (Leskelä, 2019, s. 68–69.) Suomessa lähes puoli miljoonaa ihmistä tarvitsee selkokieltä ja 20–25 % suomalaisista hyötyisi selkokielestä (Saavutettavuusdirektiivi, 2021).

2.3.3 Motoriset rajoitteet

Iän myötä usein nivelten liikkuvuus heikkenee samoin kuin motoriset taidot, mikä johtaa tarkkojen liikkeiden tekemisen vaikeutumiseen (Scott, 2003). Motorisia rajoitteita voi olla erilaisia ja eri vakavuusasteisia. Lihashallinnan osittainen tai täydellinen puute osassa kohtaa kehoa tai koko kehossa, lihasvoimien heikkous tai puute, lihasten jännittyneisyydestä tai supistelusta johtuva liikkeen

kontrolloinnin puute, motoriset koordinaatio ongelmat ja ylimääräiset, tahattomat, hallitsemattomat ja tarkoituksettomat liikkeet sekä nivelten liikerajoitukset, pienet tai puuttuvat raajat ja epänormaali vartalo ovat esimerkkejä motorisista rajoitteista. (Kouroupetroglou, 2013, s. 3.)

Motoriset rajoitteet vaikeuttavat tarkkuutta vaativien toimintojen suorittamista onnistuneesti kuten pienten toiminnallisten elementtien painamista verkkosivuilla. Motoristen taitojen heikkenemisen myötä yleistyneet virheliikkeet ovat usein yksi verkkosivuilla toimimisen haaste. Usein myös motoriset rajoitteet näkyvät sivustolla hiirellä ylös ja alaspäin vierittämisen vaikeutena. (Hanson, 2011.) Ylipäättänsä tietokoneen hiiren ja näppäimistön käyttäminen tuottaa haasteita tai on kokonaan mahdotonta motoristen rajoitteiden takia (Kouroupetroglou, 2013, s. 234).

2.3.4 Kognitiiviset rajoitteet

Kognitiiviset vammat ovat rajoitteita ihmisen ajattelukyvyssä, ajatusten ja toimintojen suunnittelussa sekä järjestelyssä, muistamisessa, sosiaalisten tilanteiden tulkitsemisessa sekä numeroiden ja symboleiden ymmärtämisessä (Blanck, 2014, s. 28–29). Toisin sanottuna ne ovat siis vammoja muistissa, havainnointikyvyssä, ongelmanratkaisussa, käsitteellistämisessä ja ympäristön huomioimisessa (Friedman & Bryen, 2007). Kognitiiviset rajoitteet voivat olla biologisia tai ympäristön aiheuttamia (Blanck, 2014, s. 28–29). Kognitiivisesti vammaisiin lukeutuu esimerkiksi erilaiset autismihäiriöt, älylliset- ja kehitysvammat, synnynnäiset, traumaattiset ja ikääntymisen myötä tulleet aivovammat, lukihäiriöt sekä Alzheimerin tauti, tarkkaavaisuushäiriö (ADD) ja yliaktiivisuushäiriö (ADHD). Kognitiiviset vammat esiintyvät usein samanaikaisesti aistinvaraisten, fyysisten ja mielenterveyden sairauksien kanssa. (Blanck, 2014, s. 28–29; Friedman & Bryen, 2007.) Niiden taustalla on erilaisia syitä ja niiden vakavuus sekä jaksottainen esiintyminen vaihtelee henkilöittäin. Usein kognitiiviset vammat ovat lieviä tai kohtalaisia. Kognitiiviset rajoitteet liitetään helposti heikkoon älykkyyteen, mutta läheskään kaikki kognitiiviset vammat eivät johda siihen. Monilla kognitiivisesti vammaisilla henkilöillä on keskimääräiset tai korkeat älylliset taidot sekä kyvyt toimia arjessa. (Blanck, 2014, s. 28–29.)

Kognitiiviset rajoitteet kuitenkin aiheuttavat haasteita ja ongelmia verkkopohjaisten palveluiden käytössä. Syynä tähän on se, että kognitiiviset rajoitteet aiheuttavat yleensä vaikeuksia monimutkaisten kokonaisuuksien ja luetun ymmärtämisessä, hidastavat oppimista, rajoittavat hienomotorista hallintaa, heikentävät avaruudellista havainnointia, käden ja silmän välistä koordinaatiota sekä sorminäppäryyttä ja alentavat tiedon ylikuormituskyynnystä. Nämä johtavat esimerkiksi siihen, että kognitiivisia rajoitteita omaavan on vaikea tunnistaa sopivin vaihtoehto suuresta määrästä eri vaihtoehtoja, hallita tietokoneen hiirtä, ymmärtää näytöllä olevaa sisältöä ja sen rakennetta, navigoida näytöllä ja klikata sekä paikallistaa pieniä näytöllä olevia kohteita kuten kuvakkeita ja pudotusvalikoita. (Friedman & Bryen, 2007.)

Ihmisten ikääntyessä, joidenkin kognitiiviset prosessit hidastuvat. Reagointiajan piteneminen, työmuistin lyheneminen, lyhytkestoisen muistin

heikkeneminen ja tietojen hakemisen vaikeutuminen muistista ovat tyypillisiä kognitiivisia muutoksia ikääntymisen myötä. Myös monen eri asian suorittaminen samanaikaisesti saattaa muuttua vaikeammaksi iän myötä. (Isomäki ym., 2003.) Kognitiivisia rajoitteita, joita ikääntyminen tuo mukanaan on myös haaste erottaa epäoleellinen tieto isosta massasta tietoa, mikä johtaa tarkkaavaisuuden heikkenemiseen (Dennisin & Cabezan, 2008; Hawthorn, 2000). Myös asioiden havaitseminen heikkenee, sillä avaruudellinen hahmottaminen vaikeutuu, jolloin kohteiden ja niiden välisten etäisyyksien ja suhteiden havaitseminen on haasteellista (Dennisin & Cabezan, 2008; Sjölander, 2006). Ikääntyvillä päätelmien ja tulkintojen tekemiseen kuluu pidempi aika samoin kuin tiedonkäsittelyprosessin etenemiseen. Tällöin myös asioiden oppiminen on työläämpää. (Isomäki ym., 2003.)

2.4 Saavutettavuusdirektiivi

Saavutettavuusdirektiivi on Euroopan parlamentin ja neuvoston laatima direktiivi (EU) 2016/2102 julkisen sektorin elinten verkkosivujen ja mobiilisovellusten saavutettavuudesta. Siinä säädetään julkisen hallinnon verkkopalveluiden saavutettavuuden minimitasosta ja valvonnasta. (Directive (EU) 2016/2102, 2016.) Julkishallinnon verkko- ja mobiilipalveluihin kuuluvat esimerkiksi kunnat, koulut ja virastot. Vaatimusten piiriin kuuluvat myös vesi- ja energiahuolto, liikenne, posti sekä tahot, jotka saavat valtiolta tukea verkkopalveluihin. (Saavutettavuusdirektiivi, 2021.) Direktiivi on annettu 26.10.2016 ja se tuli voimaan 22.12.2016. Saavutettavuusdirektiivin myötä viranomaisten on vaadittu tekemään heidän digitaaliset palvelunsa saavutettaviksi. (Directive (EU) 2016/2102, 2016.)

Saavutettavuusdirektiiviä eli digitaalisten palveluiden tarjoamista tukeva laki astui voimaan 1.4.2019. Se tunnetaan nimellä digipalvelulaki eli laki digitaalisten palvelujen tarjoamisesta (306/2019). Digipalvelulain tarkoitus on "*edistää digitaalisten palveluiden saatavuutta, laatua, tietoturvallisuutta sekä sisällön saavutettavuutta ja siten parantaa jokaisen mahdollisuuksia käyttää yhdenvertaisesti digitaalisia palveluita*". Toisin sanoen sen tarkoitus on panna täytäntöön EU:n saavutettavuusdirektiivi. (Finlex, 2021b.) Digipalvelulain taustalla on EU:n saavutettavuusdirektiivin lisäksi myös YK:n yleissopimus vammaisten henkilöiden oikeuksista, joka muun muassa korostaa vammaisten käyttäjien mahdollisuutta itsenäiseen asiointiin digitaalisessa ympäristössä (Finlex, 2021a).

Saavutettavuusvaatimuksia alettiin ottamaan käyttöön porrastetusti 23.9.2019 lähtien. Porrastettu aikataulu saavutettavuusvaatimusten toteutukselle oli seuraava:

- 23.9.2018 ja sen jälkeen julkaistujen verkkosivustojen tuli olla saavutettavuusdirektiivin mukaisia 23.9.2019 mennessä.
- Ennen 23.9.2018 julkaistujen verkkosivustojen tuli olla saavutettavuusdirektiivin mukaisia 23.9.2020 mennessä.

- Mobiilisovellusten saavutettavuus oli toteuduttava 23.6.2021 mennessä.
- Viranomaisten ja julkisoikeudellisten laitosten intranet-sivustojen tulee olla saavutettavuusdirektiivin mukaisia, mikäli ne julkaistaan 23.9.2019 tai sen jälkeen tai mikäli ennen 23.9.2019 julkaistu intranet uudistetaan kokonaan. (Valtiovarainministeriö, 2021.)

Saavutettavuusdirektiivi on olennainen osa julkisen hallinnon palveluiden digitalisointia. Sen tavoite on parantaa kaikkien käyttäjien mahdollisuutta toimia täysvertaisesti digitaalisessa yhteiskunnassa ja parantaa ylipäättänsä digitaalisten palveluiden laatua. Saavutettavuusdirektiivin tarkoitus on luoda yhdenmukaiset minimitason vaatimukset julkisen sektorin verkkosivustojen ja mobiilisovellusten saavutettavuudelle Euroopassa ja parantaa EU:n saavutettavuuden toteuttamisen sisämarkkinoita. Saavutettavuutta tukevien säädösten lisäksi saavutettavuusdirektiivi vaatii viranomaisia järjestämään palveluitaan digitaalisesti sekä julkisen hallinnon tarjoamaan käyttäjille vaihtoehdon asioida ja viestiä viranomaisten kanssa sähköisesti. (Directive (EU) 2016/2102, 2016; Valtiovarainministeriö, 2021.)

Suomessa saavutettavuusvaatimusten toteutumista valvova viranomainen on Aluehallintovirasto. Saavutettavuusvaatimusten eli digipalvelulain toteutumista valvotaan kolmen vaatimuksen avulla, jotka verkkosivujen ja mobiilisovellusten tulee täyttää. (Aluehallintovirasto, 2021c.) Seuraavaksi on listattu nämä kolme vaatimusta:

- Palvelun ja sen sisältöjen tulee täyttää 49 kansainvälisen Web Content Accessibility Guidelines 2.1 (WCAG 2.1) ohjeistuksen A- ja AA-tason kriteerit.
- Palvelun ja sen sisällön saavutettavuus tulee arvioida ja saavutettavuuden tila ja puutteet esitellä saavutettavuusselosteessa palveluntarjoajan puolesta.
- Palvelun tulee sisältää sähköinen palautekanava palvelun käyttäjille saavutettavuuspalautteen jättämistä varten. Palautteeseen tulee vastata 14 vuorokauden sisällä. (Aluehallintovirasto, 2021c.)

2.5 Käytettävyys

Saavutettavuuden tarkoitus on mahdollistaa verkkopohjaisten palveluiden käyttö myös vammaisille, mutta samalla sen tarkoitus on parantaa verkkokokemusta myös käyttäjille, joilla ei ole vammaa. Saavutettavuus liittyykin vahvasti käytettävyYTEEN. (Kelle & Garcia, 2007.)

KäytettävyYTEÄ on ensimmäisen kerran käytetty kuvaamaan helppokäyttöisyyTEÄ (Miller, 1971). Tämän jälkeen käytettävyYTEEN KÄSITE ON MUOKKAANTUNUT useampaan kertaan. Muun muassa Bennett (1979) määrittäi sen ihmisen suorituskyvyn tehokkuutena ja Shackel & Richardson (1991, s. 24) yksinkertaistivat sen

määritelmäksi: "*Ominaisuus, joka mahdollistaa ihmisille jonkin asian helpon ja tehokkaan käytön*". Shackel & Richardson (1991, s. 24) vertasivat helppoutta määritettyyn subjektiivisen arvon tasoon ja tehokkuutta ihmisen suorituskyvyn tasoon. Rosenzweigen (2015, s. 2) määritteli käytettävyyden järjestelmäksi, joka tarjoaa palvelun, jota ihmiset voivat käyttää. Järjestelmällä hän viittasi kattavaan ympäristöön ja kokemukseen, jossa käyttäjät vuorovaikuttavat. Toisin sanoen käytettävyydellä tarkoitetaan ihmisen toteuttaman digitaalisen, fyysisen tai fyysisen digitaalisuutta sisältävän esineen helppokäyttöisyyttä ja käytännöllisyyttä. Se on siis helppous, jonka myötä ihmiset voivat käyttää käyttöliittymää tietyn tehtävän suorittamiseksi. (Rosenzweig, 2015, s. 2.)

Shackel ja Richardson (1991) ovat määrittäneet objektiivisen käytettävyyden mittaamisen työvälaineet, jotka ovat neljä tutkimuskysymystä. Ne ovat seuraavat:

- Kuinka tehokas käyttöliittymä on?
- Kuinka helposti käyttöliittymä on omaksuttavissa?
- Kuinka joustava käyttöliittymä on?
- Mitkä ovat käyttäjien asenteet? (Shackel & Richardson, 1991, s. 25.)

Myös Nielsen (2012) on määritellyt käytettävyyden mittaamiseen työvälaineet. Ne ovat viisi laatuominaisuutta, jotka eroavat hieman Schackelin ja Richardsonin (1991) mallista. Nielsenin (2012) laatuominaisuudet ovat opittavuus, tehokkuus, muistettavuus, virheet ja tyytyväisyys. Mitä tulee verkkopohjaisten karttojen käytettävyyteen, Kuparinen ym. (2013) ovat esittäneet kymmenen käytettävyyden heuristiikkaa niihin liittyen. Nämä ovat (1) kontekstuaalisten karttatoimintojen ja tärkeiden kohteiden näkyvyys, (2) käyttäjän fyysisen ympäristön ja järjestelmän vastaavuus, (3) käyttäjän mahdollisuus hallita karttatoimintoja, (4) johdonmukaisuus ja standardit, (5) virheiden ehkäisy, (6) tunnistaminen muistamisen sijaan, (7) joustavuus, skaalautuvuus ja käytön tehokkuus, (8) tasapainoinen ja yksinkertainen visuaalinen suunnittelu, (9) virheiden tunnistaminen, diagnosointi ja niistä toipuminen sekä (10) avun tarjoaminen (Kuparinen ym., 2013).

Osa onnistunutta digitaalisten palvelujen saavutettavuutta on myös hyvä käytettävyyys. Käytettävyyys liittyy usein vahvasti kognitiiviseen käytettävyyteen. Leskelä (2019, s. 66) toteaa, että kaikki tekniset ratkaisut, jotka tekevät verkkosivustolla liikkumisesta helppoa ja ennakoitavaa sekä auttavat käyttäjää tunnistamaan ja erottamaan verkkosivun toiminnot toisistaan, lisäävät käytettävyyttä. Hänen mukaansa käytettävyyys verkkopalvelukontekstissa tarkoittaa myös käyttäjän helppoutta oppia ja muistaa, miten palvelua käytetään sekä sitä voidaan mitata palvelun käytön tehokkuudella (Leskelä, 2019, s. 66). Tehokas käyttöliittymä johtaakin yleensä hyvään käytettävyyteen (Huang & Fu, 2009). Yksinkertaistettuna käytön on oltava miellyttävää, tuloksellista ja tehokasta, jotta palvelu olisi käytettävää. Toisin sanoen tehtävä tulisi voida suorittaa helposti, nopeasti, hyvin ja ilman suurta vaivaa. Leskelän mukaan hyvä käytettävyyys perustuu käyttäjälähtöiseen suunnitteluun. (Leskelä, 2019, s. 67.) Samoin kuin Leskelä (2019) Nielsen (1994) määritteli verkkosivujen käytettävyyden helppoutena

oppia ja omaksua järjestelmän perustoiminnot ja niiden käyttö. Hän listaa käytettävyyteen kuuluvaksi käyttäjien tyytyväisyyden, tehokkaan verkkosivusuunnittelun sekä virheiden minimoimisen (Nielsen, 1994). Flavian ym. (2009) kuvailevat käytettävyyttä laatuominaisuutena, joka mittaa käyttöliittymän käytön helppoutta ja auttaa ymmärtämään, mitkä elementit tekevät verkkosivusta helppot käyttäjälle käyttää.

3 SAAVUTETTAVA VERKKOSIVUSUUNNITTELU

Tässä sisältöluvussa käydään lyhyesti läpi verkkopohjaisen käyttöliittymän ja verkkosivusuunnittelun määritelmät, jonka jälkeen perehdytään saavutettavaan verkkosivusuunnitteluun. Saavutettavan verkkosivusuunnittelun osalta määritellään WCAG 2.1 saavutettavuusohjeistus ja siihen kuuluvat elementit, vaatimukset sekä kriteerit. Lopuksi käydään läpi vielä erilaisia avustavia teknologioita, jotka tukevat saavutettavien verkkosivujen käyttöä.

3.1 Verkkopohjainen käyttöliittymä

Käyttöliittymä on tietokoneen osa tai sen ohjelmisto, jonka käyttäjät voivat havaita, ja jota käyttäjät voivat käyttää koskettamalla, kuuntelemalla, katsomalla, sille puhumalla tai vaan sitä ymmärtämällä (Galitz, 2010, s. 4). Toisin sanoen käyttöliittymän avulla käyttäjät pystyvät käyttämään tietokonetta (Lal, 2013, s. 10). Käyttöliittymä muodostuu kahdesta komponentista, jotka ovat syöte ja tulos. Syötteen tarkoitus on ilmoittaa tietokoneelle käyttäjän toiveet, tarpeet ja vaatimukset. Tulos vastaavasti taas ilmoittaa käyttäjän asettamien vaatimusten ja tietokoneen tekemien laskelmien tulokset käyttäjälle. Käyttäjä pystyy välittämään syötteen tietokoneelle hyödyntämällä erilaisia syötekomponentteja kuten tietokoneen näppäimistöä, hiirtä, kosketusnäyttöä tai mikrofontia. Yleisin tuloskomponentti on taas tietokoneen näyttö. Myös puheen ja äänen hyödyntäminen tuloskomponentteina näköhavaintojen lisäksi on yleistä. Tulokset voidaan välittää esimerkiksi kaiuttimen kautta. (Lal, 2013, s. 10; Galitz, 2010, s. 4.)

Graafisessa käyttöliittymässä ensisijaisena vuorovaikutusmekanismina toimii jokin osoitinlaite, jonka tarkoitus on olla käyttäjän käden niin sanottu elektroninen vastine. Osoitinlaite voi olla näppäimistön lisäksi esimerkiksi tietokoneen hiiri. Graafinen käyttöliittymä hyödyntää tehokkaasti tietotekniikan ominaisuuksia koostuen erilaisista komponenteista. Komponentit ovat aina käyttäjän havaittavissa ja käytettävissä. Komponenttien avulla käyttäjä kykenee suorittamaan haluttuja tehtäviä. Jokainen komponentti omaa standardoidun

tuloksellisen käyttäytymisen toimien omana vuorovaikutuselementtinä riippumattomasti muista komponenteista. Komponenttien myötä graafisen käyttöliittymän on huomattu vähentävän käyttäjien muistivaatimuksia ja järjestelmien oppimisvaatimuksia. Esimerkiksi symbolien hyödyntäminen verkkosivuilla mahdollistaa yleensä tekstiä nopeamman ymmärrettävyyden, poistaa kielelliset haasteet ja oikein käytettynä edistää käyttöliittymän estetiikkaa. (Galitz, 2010, s. 15–19.) Graafinen käyttöliittymä tuo toisaalta myös mukanaan saavutettavuusongelmia, ellei niihin kiinnitetä huomiota (Bai, 2019).

Verkkopohjainen käyttöliittymä kuten verkkosivu on aina myös graafinen käyttöliittymä sisältäen suunnittelun, muotoilun ja värien kokoelman (Holtzschue, 2012, s. 202). Verkkopohjainen käyttöliittymä (engl. web user interface, WUI) on sovellus, joka on toteutettu hyödyntäen HTML-kieltä, ja jota ylläpidetään paikallisessa verkkopalvelimessa tai tiedostojärjestelmässä (Lal, 2013, s. 48). HTML-kieli (engl. Hypertext Markup Language) tarkoittaa hypertekstin merkinäkieltä. Sen tarkoitus on kuvata verkkosivujen rakennetta ja sisältöä. (Kearney-Volpe & Hurst, 2021.) HTML-kieli on Internetin tärkein ohjelmointikieli ja verkkosivusuunnittelun suunnittelukieli (Holtzschue, 2012, s. 204). Verkkopohjainen käyttöliittymä ei ole Galitzin (2010) mukaan kuitenkaan sovellusympäristö vaan ennemmin navigointiympäristö, jossa käyttäjät voivat liikkua sivulta toiselle. Verkkopohjaisen käyttöliittymän kautta käyttävät pystyvät suorittaa erilaisia tehtäviä ja tapahtumia, viestiä toisille käyttäjille sekä hakea ja etsiä tietoa ja eri sisältöjä. Verkkopohjaisen käyttöliittymän käyttö tapahtuu verkkoselaimen avulla. (Huang & Fu, 2009.) Lal (2013) on jakanut verkkopohjaisen käyttöliittymän staattiseen ja dynaamiseen verkkosivustoon. Staattinen verkkosivusto on verkkopohjainen käyttöliittymä, joka on toteutettu hyödyntäen HTML-kieltä, CSS-kieltä tai JavaScriptiä (Lal, 2013, s. 48). CSS-kieli (engl. Cascading Style Sheets) on niin sanottu tyylisivu, joka määrittää verkkosivustojen visuaalisen ilmeen. Samoin kuin HTML:llä, CSS:llä on tietty määritelty syntaksi, jota voidaan käyttää sivuston asettelun sekä sen värien ja fonttien käsittelyyn sekä muuttamiseen. JavaScript on taas skriptikieli eli komentokieli. Se luo vuorovaikutteisuutta verkkosivustoille mahdollistaen käyttäjien hallita multimediaa ja kokea dynaamisesti päivittyvä verkkosivuston sisältö. Kaikilla näillä kolmella staattisen verkkosivuston kielillä on ainutlaatuinen joukko sääntöjä ja syntakseja, joiden avulla ne voivat muokata verkkosivun sisältöjä ja esitystapaa. (Kearney-Volpe & Hurst, 2021.) Dynaaminen verkkosivusto on taas toteutettu käyttäen palvelin pohjaista ohjelmointikieltä. Palvelin pohjaisia komentokieliä ovat taas esimerkiksi PHP/ASP (engl. PHP Hypertext Preprocessor/ Active Server Pages) ja RIA-tekniikat sekä HTML5-pohjaiset sovellukset. (Lal, 2013, s. 48.)

Onnistunut käyttöliittymä mahdollistaa käyttäjien keskittymisen itse tietoon ja tehtävään eikä niiden taustalla oleviin mekanismeihin, joita tiedon etsimiseen ja tehtävän suorittamiseen tulee käyttää (Galitz, 2010, s. 4). Tämä ajatus tukee vahvasti saavutettavuuden periaatteita. Kaiken kaikkiaan Galitz (2010) on todennut, että käyttöliittymä on onnistunut, kun itse käyttöliittymää ei huomaa.

3.2 Verkkosivusuunnittelun määritelmä

Verkkosivusuunnittelu (engl. Web design) on iteratiivinen hienosäätöprosessi (Huang & Fu, 2009). Sen tavoite on suunnitella looginen, helppokäyttöinen ja luonnolliselta tuntuva navigointijärjestelmä sekä informaationesitystapa parantaen samalla käytettävyyttä (Galitz, 2010; Huang & Fu, 2009). Verkkosivusuunnittelun tehtävä on myös selvittää, miten käyttäjien huomio saadaan vangittua sekunneissa, miten käyttäjät saadaan jäämään sivustolle ja kuinka saavutetaan miellyttävä käyttäjäkokemus (Huang & Fu, 2009). Galitzin (2007, s. 30) mukaan verkkosivusuunnittelu on ohjelmistosuunnittelua, jossa suuressa roolissa ovat käyttäjät eli ohjelmistojen kanssa vuorovaikutuksessa olevat henkilöt. Verkkosivusuunnittelu linkittyykin moniin eri ihmisryhmiin perustuen vuorovaikutteisuuteen (Galitz, 2007, s. 30; Powell, 2002).

Verkkosivusuunnitteluun nähdään kuuluvaksi useita eri osa-alueita sen ollessa monitieteellinen käsite. Siihen kuuluu esimerkiksi ohjelmointi, HTML-kieli, visuaalinen suunnittelu, navigoitavuus, käytettävyys ja liiketoiminta. (Powell, 2002.) Powell (2002) onkin jakanut verkkosivusuunnittelun neljään pääkategoriaan. Nämä ovat teknologia, sisältö, visuaalisuus ja talous. Teknologian tarkoitus on mahdollistaa verkkosivuston eri toimintojen toteuttaminen, kun taas sisällön tehtävä on tiedottaa ja suostutella käyttäjää. Visuaalisuudella luodaan muoto verkkosivulle ja sivuston tarkoitus pohjautuu lähes aina johonkin taloudelliseen tavoitteeseen. (Powell, 2002.) Verkkosivusuunnittelu on merkittävässä roolissa positiivisten tulosten saavuttamisessa, sillä se mahdollistaa käyttäjien käsityksiin ja käyttäytymiseen vaikuttamisen (Flavian ym., 2009).

Verkkosivusuunnittelu pohjautuu säädösten ja rajoitteiden lisäksi myös innovaatioihin ja vanhojen normien rikkomiseen. Se mahdollistaa verkkosivujen jatkuvuuden ja joustavuuden sekä käytettävyyden erilaisissa tilanteissa ja eri käyttäjien käyttäminä. Verkkosivusuunnittelun on osattava ottaa huomioon eri käyttäjäryhmiä ja heidän ominaisuuksiaan, että tarpeitaan. (Dawson, 2011, s. 2.)

3.3 Saavutettava verkkosivusuunnittelu

Saavutettavan verkkosivusuunnittelun tarkoitus on mahdollistaa verkkosivujen käyttö mahdollisimman laajalle joukolle käyttäjiä heidän mahdollisista vammoistaan huolimatta. Digitaalisten palveluiden saavutettavan verkkosivusuunnittelun perusedellytys on niiden tekninen toteutus. (Leskelä, 2019, s. 65.)

Saavutettavan verkkosivusuunnittelun tueksi on kehitetty erilaisia saavutettavuusohjeita. Yleisin on WCAG saavutettavuusohjeistus, jonka uusin versio (2.1) avataan seuraavissa kappaleissa (Kirkpatrick ym., 2018).

3.3.1 WCAG 2.1 saavutettavuusohje

WCAG on yleinen lyhennys verkkosisällön saavutettavuusohjeesta Web Content Accessibility Guidelines. Se on kansainvälinen ohjeistus verkkosisältöjen saavutettavuudesta. (Kirkpatrick ym., 2018.) Ohjeistuksen ensimmäinen versio on julkaistu 1999. Ohjeistusta on sen jälkeen päivitetty ja uusin versio WCAG 2.1 hyväksyttiin kesäkuussa 2018. (Aluehallintovirasto, 2021a.) WCAG 2.1:n on laatinut kansainvälinen Internetin kehittämissyhteisö W3C-konsortio (Leskelä, 2019, s. 65). WCAG-standardi on EU:n saavutettavuusdirektiivin pohjana saavutettavien palveluiden luomisessa (Aluehallintovirasto, 2021a). Verkkosisällön saavutettavuusohje 2.1 sisältää laajan joukon suosituksia, joiden avulla verkkosisältöjen saavutettavuuden ja samalla käytettävyyden parantaminen on mahdollista työpöytä- ja kannettavilla tietokoneilla, tablet- sekä mobiililaitteilla. WCAG 2.1 -onnistumiskriteeristö on testattavien lausumien muodossa, jotka ovat riippumattomia yksittäisestä teknologiasta. (Kirkpatrick ym., 2018.)

WCAG 2.1 ohjeiden noudattamisen tarkoitus olisi taata verkkosisällöistä saavutettavia laajalle joukolle ihmisiä, johon kuuluu vammoja ja rajoitteita omaavat, kuten sokeat, heikkonäköiset, kuurot, huonokuuloiset, liikuntarajoitteiset, puhevammaiset, valoherkät sekä näiden kaikkien yhdistelmät. Sen tarkoitus on myös tarjota parannuksia käyttäjille, joilla on kognitiivisia rajoitteita kuten oppimis- ja ymmärtämisongelmia. Vaikka WCAG 2.1 huomioi laajan joukon ihmisiä ja heidän vammojaan sekä rajoitteitaan, ei se kuitenkaan huomioi edellä kuvatujen henkilöiden kaikkia tarpeita. (Kirkpatrick ym., 2018.) Onkin väitetty, että WCAG 2.1 pystyy tällä hetkellä ratkaisemaan vain voin puolet näkövammaisten käyttäjien verkossa kohtaamista ongelmista ja muiden ryhmien kohdalla onnistumisen osuus saattaa olla vielä pienempi. Etenkin kielellisten ja kognitiivisten ongelmien ratkaiseminen on puutteellista eli kognitiivinen saavutettavuus on jäänyt vähälle huomiolle. Kognitiivisen saavutettavuuden parantamiseksi on ehdotettu esimerkiksi automatisoituja selityksiä tietyille sanoille tai sanojen muokautusta selkokielelle. (Leskelä, 2019, s. 66.)

3.3.2 WCAG 2.1 vaatimukset

WCAG 2.1 -ohjeistus jakaa verkkosisällön saavutettavuuden neljään pääperiaatteeseen, jotka jakautuvat vielä kolmeentoista yksityiskohtaisempaan ohjeistukseen. Näiden yksityiskohtaisempien ohjeiden alle on jaettu vielä 78 kriteeriä, jotka saavutettavan verkkosivuston tulee täyttää. (Aluehallintovirasto, 2021b.) Toisin sanoen, jotta verkkosivusto noudattaisi WCAG 2.1:ä, tulee näiden kriteerien täytyttyä (Leskelä, 2019, s. 65). WCAG-kriteerien noudattaminen varmistaa saavutettavuuden minimitason (Aluehallintovirasto, 2021b).

WCAG 2.1:n pääperiaatteet ovat havaittavuus, hallittavuus, ymmärrettävyys ja toimintavarmuus/lujatekoisuus (Leskelä, 2019, s. 65; Kirkpatrick ym., 2018). Havaittavuudella viitataan verkkosivujen tiedon ja käyttöliittymäkomponenttien esittämiseen tavoilla, jotka käyttäjät kykenevät havaitsemaan (Leskelä, 2019, s. 65). Siihen lukeutuu tekstivastineet, aikasidonnainen media, mukautettavuus ja erottuvuus. Testivastineet tulee toteuttaa kaikelle ei-tekstuaaliselle

sisällölle niin, että sisältö on mahdollista muuttaa muihin tarvittaviin muotoihin, kuten puheeksi, pistekirjoitukseksi, symboleiksi, isommaksi tekstiksi tai yksinkertaisemmaksi kieleksi. Aikasidonnaiselle medialle on tarjottava myös vastine. Sisällön tulee olla esitettävissä eri tavoin menettämättä sisällön informaatiota tai rakennetta. Taustasta erottuva etuala on oleellinen helpottaakseen käyttäjiä näkemään ja kuulemaan verkkosivun sisältö. (Kirkpatrick ym., 2018.)

Hallittavuudella tarkoitetaan käyttöliittymäkomponenttien ja navigoinnin hallittavuutta. Siihen liittyy myös avustava teknologia. Toisin sanoen verkkosivuston toiminnot tulee pystyä tarvittaessa suorittamaan myös apuvälineiden avulla. (Leskelä, 2019, s. 65.) Hallittavuuteen liittyy käytettävyys näppäimistöllä, ajan riittävyys, sairauskohtauksia aiheuttavien elementtien huomiointi, navigoitavuus ja syötetavat. Kaikki toiminnallisuus tulee olla käytettävissä näppäimistöllä, mutta myös erilaisia syötetapoja tulee suosia näppäimistön lisäksi helpottaakseen toimintojen käyttämistä. Käyttäjillä tulee olla tarpeeksi aikaa käyttää ja lukea sisältöä sekä heillä tulee olla keinoja navigoida, etsiä sisältöä ja määrittää sijaintiansa käyttöliittymällä. Sisällön ei tulisi myöskään aiheuttaa sairauskoh-
tauksia. (Kirkpatrick ym., 2018.)

Ymmärrettävyydellä viitataan siihen, että verkkosivuilla olevan tiedon tulee olla kielellisesti ymmärrettävää ja käyttöliittymän toiminnan loogista (Leskelä, 2019, s. 65). Ymmärrettävyyteen sisältyy luettavuus, ennakoitavuus ja syötteen avustaminen. Tekstisisällön tulee olla ymmärrettävää ja luotettavaa sekä ilmi-
asun ja toiminnan ennakoitavaa. Syötteen avustamisella tulee auttaa käyttäjiä korjaamaan ja välttämään virheitä. (Kirkpatrick ym., 2018.)

Toimintavarmuudella/lujatekoisuudella tarkoitetaan sisällön riittävää käyttövarmuutta ja lujatekoisuutta. Sivuston sisältö tulee olla siis tulkittavissa useilla erilaisilla laitteilla ja ohjelmilla. (Leskelä, 2019, s. 65.) Siihen lukeutuu yhteensopivuus. Yhdensopivuus asiakasohjelmien kuten avustavien teknologioiden kanssa tulee maksimoida. (Kirkpatrick ym., 2018.)

3.3.3 WCAG 2.1 kriteerien arviointi

WCAG2.1 saavutettavuuskriteerit on jaettu kolmeen eri tasoon. Nämä tasot ovat A-, AA- ja AAA-taso. (Leskelä, 2019, s. 65.) A-taso on matalin taso, joka pyrkii parantamaan saavutettavuutta osalle käyttäjistä, joilla on erityisiä haasteita käyttää verkkopalveluita. AA-taso on keskitaso, jonka tavoite on parantaa saavutettavuutta hieman laajemmalle joukolle käyttäjiä. Korkein taso on AAA-taso, joka pyrkii parantamaan saavutettavuutta mahdollisimman laajalle joukolle käyttäjiä. EU:n saavutettavuusdirektiivin pohjalta luotu digipalvelulaki velvoittaa noudattamaan verkkosisällön saavutettavuusohjeen uusimman version WCAG 2.1:n A- ja AA-tason kriteerejä. Lukuun ottamatta suoria verkkolähetyskset, joiden ei tarvitse noudattaa kriteerejä. Laki ei velvoita täyttämään korkeimman tason kriteerejä eikä kriteeriä tekstityksestä suorissa lähetyksissä. Digipalvelulain velvoittamia kriteerejä on yhteensä 49 kappaletta. Kuitenkaan WCAG-ohjeistuksen A- ja AA-tason kriteerit eivät suoranaisesti edesauta verkkosivustojen ymmärrettävyyttä ja käytettävyyttä, mikä olisi saavutettavuuden kannalta kuitenkin tärkeää. (Aluehallintovirasto, 2021b.)

Kriteerien tueksi on luotu täydentäviä havainnollistavia tekstejä: ymmärtäminen (engl. understanding), kuinka tavata (engl. how to meet) ja tekniikka (engl. technique). Niiden tarkoitus on auttaa ymmärtämään kriteerien toteuttamista käytännössä. Tekstejä käytetään suomennoksissakin yleisesti englanniksi. (Aluehallintovirasto, 2021b; Kirkpatrick ym., 2018.) "*Understanding*" viittaa WCAG 2.1 ymmärtämisen ja käyttöönoton oppaaseen. Opas sisältää jokaiselle ohjeelle, onnistumiskriteerille ja avainkohdalle oman "*Understanding*"-dokumentin. "*How to meet*" viittaa taas mukautettavissa olevaan WCAG 2.1 pikaoppaaseen. Se sisältää kaikki ohjeet, onnistumiskriteerit ja tekniikat. Pikaopas on tarkoitettu sisällöntuottajille työkaluksi, jonka avulla he voivat kehittää ja arvioida verkkosisältöjä. "*Technique*" teksti taas viittaa kokoelmaan, joka koostuu tekniikoista ja tyypillisistä virheistä. Ne on koottu erillisiin dokumentteihin, jotka sisältävät kuvauksia, esimerkkejä, koodia ja testejä. Näiden oppaiden lisäksi on olemassa WCAG dokumentti, joka sisältää diagrammin ja kuvauksen teknisten dokumenttien välisistä suhteista ja linkityksistä. (Kirkpatrick ym., 2018.)

3.4 Avustava teknologia

WCAG 2.1- ohjeistuksen yhtenä tavoitteena on varmistaa, että verkkosivustoja voidaan käyttää erilaisilla avustavilla teknologioilla (Aluehallintovirasto, 2021a). Myös yksi teknisen saavutettavuuden edellytys on, että käyttäjän on mahdollista hyödyntää avustavaa teknologiaa verkkosivustolla (Leskelä, 2019, s. 66). Leskelä (2019, s. 66) määrittelee avustavan teknologian digitaalisiksi apuvälineiksi ja ohjelmiksi, jotka mahdollistavat tietokoneiden ja verkkosivustojen käytön monelle vammaiselle ja toimintarajoitteiselle käyttäjälle. ISO 9241-171:2008, 3.5 (2018) määrittelee avustavan teknologian taas laitteistoksi tai ohjelmistoksi, joka on lisätty tai yhdistetty ICT-järjestelmään ja joka lisää yksilön saavutettavuutta. Avustava teknologia voi esimerkiksi muuttaa verkkosivuston visuaalisia elementtejä taustasta paremmin erottuviksi, jotta näkövammaisten on helpompi havaita ne. Myös verkkosivujen käyttö ilman hiirtä kuten erilaisten painikkeiden ja silmänliikkeen avulla on mahdollista avustavien teknologioiden myötä henkilöille, joiden käsien toiminta on heikkoa tai olematonta. (Leskelä, 2019, s. 66.) Näkövammaiset hyödyntävät usein ruudunlukijaa, näytön elementtien suurentamista, käänteisten värien käyttämistä ja hiiren sijaan näppäimistön hyödyntämistä käyttäessään tietokonetta tai mobiililaitetta (Näkövammaisten liitto, 2021).

Avustava teknologia tukee saavutettavuutta mahdollistaen vammaisille käyttäjille toimimisen tietokoneilla ja mobiililaitteilla. Sen avulla on mahdollista huomioida eri rajoitteista kärsiviä käyttäjäryhmiä, joiden tarpeet saattavat olla toistensa vastakohtia. Esimerkiksi ikääntyville ihmisille värien kontrastit tulee olla korkeita, jotta he pystyvät havaitsemaan niitä. Samaan aikaan kuitenkin valoherkät ihmiset eivät kykene havaitsemaan näitä korkean kontrastin värejä. Vastaavasti putkinäköiset ihmiset haluavat pienentää tekstiä, jotta he voivat lukea enemmän tekstiä kerralla, kun taas heikkonäköiset tarvitsevat normaalia suurempaa tekstiä pystyäkseen lukemaan sitä. Avustava teknologia ei auta

pelkästään erilaisten käyttäjien suoriutumista samalla verkkosivulla vaan se helpottaa myös yksilöiden suoriutumista. Kuten aiemmin todettiin, rajoitteita on myös kognitiivisia ja ne saattavat vaihdella henkilöllä päivittäin. Käyttäjä tarvitsee esimerkiksi enemmän apua väsyneenä, stressin alaisena ja vieraassa ympäristössä. (Allan ym., 2016.)

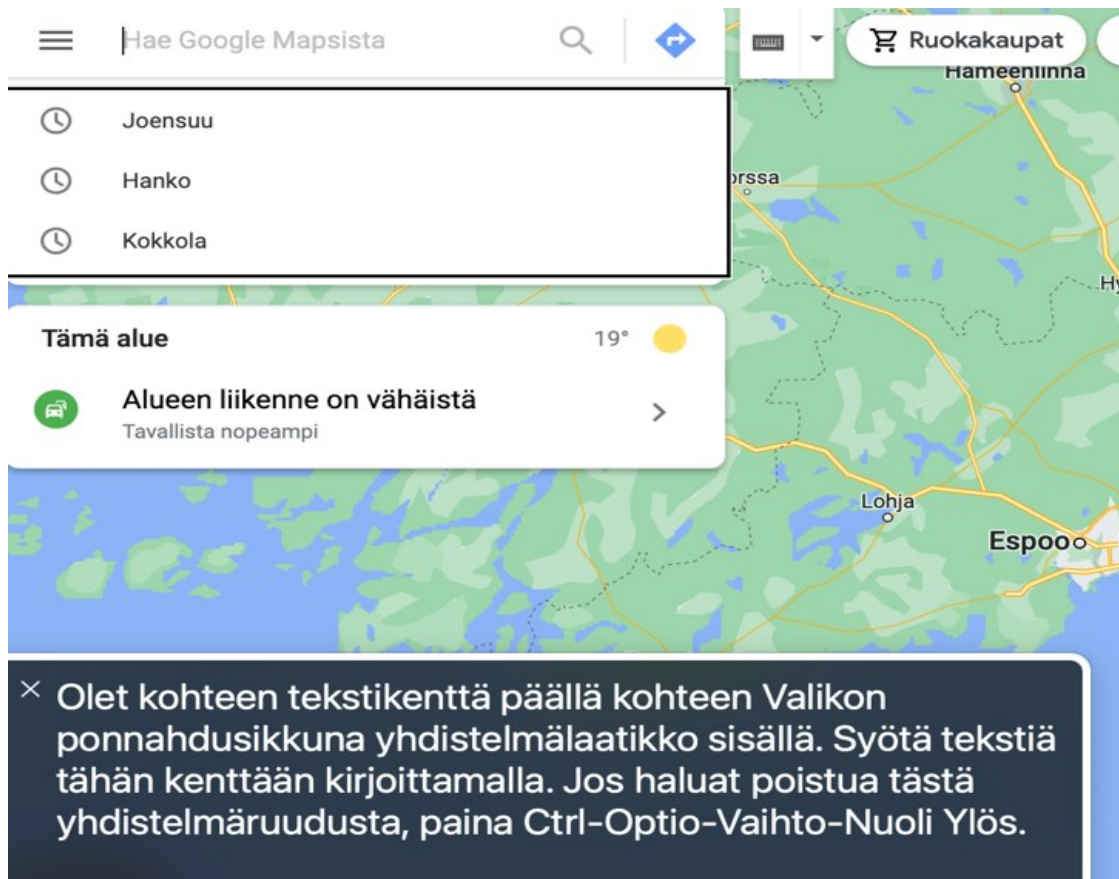
Avustavia teknologioita on useita ja niiden käyttö tukee toinen toistaan. Esimerkiksi käyttäjät, jotka eivät pysty havaitsemaan matalan kontrastin värejä eivät pysty lukemaan pientä tekstiä 5:1 kontrastisuhteella, mutta voivat lukea suurta tekstiä tällä samalla suhteella. Myös joidenkin fonttien kohdalla käyttäjän on joko suurennettava kirjainvälin kokoa tai vaihdettava tekstin fonttia pystyäkseen lukemaan tekstiä. (Allan ym., 2016.)

Avustava teknologia voi olla kevyen-, keski- tai korkean teknologian työkaluja tai laitteita, jotka auttavat vammaisia suorittamaan tehtäviä helpommin ja/tai itsenäisemmin. Niitä ovat ruudunlukijat, suurennusohjelmat, näytön värien muuntajat, tekstipuhe syntetisaattorit, vaihtoehtoiset näppäimistöt, näytönäppäimistöt, näppäimistösuodattimet, elektroniset osoitinlaitteet, sauvat ja kepit, ohjaussauvat, ohjauspallot, kosketusnäytöt, pistekirjoituskohokuviot, päivitettävät pistekirjoitusnäytöt, valomerkkivaroitukset sekä SNP-laitteet (engl. Sip and Puff devices). (ATC Center, 2021.) Seuraavassa kappaleessa on avattu tarkemmin muutamia yleisimpiä avustavia teknologioita.

3.4.1 Ruudunlukuohjelmat ja tekstieditorit

Näytönlukijat kehitettiin 1980-luvun alussa näkövammaisille tietokoneiden parissa työskentelemistä varten (Friedman & Bryen, 2007). Ruudunlukijat ja puhesyntetisaattorit ovat yleinen avustava teknologia näkövammaisten henkilöiden tueksi (Näkövammaisten liitto, 2021). Ne tarjoavat ei-visuaalisen käyttöliittymän käyttäjille, jotka ovat sokeita tai heikkonäköisiä ja näin mahdollistavat heille pääsyn käyttöliittymien sisältöön. Ruudunlukuohjelmat välittävät käyttöliittymän perustana olevan dokumenttiobjektimallin semanttiset ominaisuudet, joita ovat eri elementtien roolit, tilat sekä niiden ominaisuudet. (Kearney-Volpe & Hurst, 2021.) Toisin sanoen puhesyntetisaattori tarvitsee toimiakseen ruudunlukuohjelman, joka tulkitsee ruudulla olevan tekstin sekä sen ominaisuudet ja välittää sen puhesyntetisaattorille tai pistenäytölle. Puhesyntetisaattori taas muuntaa laitteen ruudulla olevan tekstin sekä sen ominaisuudet synteettiseksi puheeksi eli konemaiseksi ääneksi. Ruudunlukija lukee ruudulla olevan tekstin rivi, lause, kappale tai koko teksti kerrallaan. Sen on mahdollista myös lukea yksittäinen merkki tai sana käyttäjän syöttäessä omaa tekstiään. Käyttäjät voivat asettaa ruudunlukijan haluamalleen kielelle. (Näkövammaisten liitto, 2021.) Toisin sanoen ruudunlukija lukee verkkosivun HTML (Hypertext Markup Language) -kielen vasemmasta yläkulmasta oikeaan alareunaan ja mahdollisen syötteen sitä syötettäessä (Harper & Yesilada, 2010). Ruudunlukijan välittämä semanttinen informaatio ei kuitenkaan sisällä CSS:n sisältöä (Kearney-Volpe & Hurst, 2021). Näkövammaiset operoivat ruudunlukijan kanssa hyödyntäen monia eri pikanäppäimiä ja selausstrategioita (Ramakrishnan ym., 2017).

Alla olevassa kuviossa (kuvio 4) on esitetty esimerkki ruudunlukijan toiminnasta Google Maps -käyttöliittymällä. Kuviossa (kuvio 4) ruudunlukijan lukema kuvaus on havainnollistettu teksti-ikkunana. Kuvaus vastaa ruudunlukijan lukemaa käyttöliittymäkuvausta kursorin ollessa hakukenttäelementin päällä.



KUVIO 4 Havainnollistus ruudunlukijan toiminnasta

Vastaavasti kuulovammaisille käyttäjille on käytössä yksinkertaisia tekstityseditoreita sekä hieman monimutkaisempia videogeneraattoreja, jotka kääntävät kirjoitetun tekstin muun muassa viittomakielelle (Montiel Ferreira & Bonacin, 2013).

3.4.2 Suurennusominaisuudet

Suurennusominaisuudet ja -ohjelmat ovat myös paljon käytettyjä apuvälineitä. Kaikkiin Windows- ja Apple-ympäristöihin sisältyy jokin suurennusominaisuus niiden tarjoten perustason toiminnot. Ne eivät kuitenkaan täytä kaikkien käyttäjien vaatimuksia. Suurennusominaisuuksia on mahdollista liittää hiirien ohjelmistoihin ja osa suurennusohjelmista sisältää myös puhutuen, joka ei tosin ole yhtä kattava kuin ruudunlukuohjelmat. (Näkövammaisten liitto, 2021.)

Suurennusominaisuudet ja -ohjelmat voidaan jakaa kahteen kategoriaan: perinteiset suurennuslasiohjelmat, responsiivinen verkkosivusuunnittelu (RWD). Responsiivinen verkkosivusuunnittelu on havaittu näistä kahdesta

kategoriasta tehokkaammaksi keinoksi. Suurennuslasiohjelmia on hieman erilaisia ja niissä kaikissa on huomattu käyttäjäkokemuksessa joitakin haasteita. Yksi suurennuslasiohjelma on konkreettista suurennuslasia muistuttava linssi. Siinä hiiren kohdistin toimii suurennuslasina eli näytön suurennettu osa on kohdistimen ympärillä oleva alue. Suurennettu alue siirtyy sitä mukaan, kun käyttäjä liikuttaa hiirtään. (Hallett ym., 2015.) Hallettin ym. (2015) tutkimuksessa käyttäjät raportoivat, että tällaisen suurennusohjelman käyttö on visuaalisesti raskasta. Suurennetulle alueelle mahtuu vain vähän tekstiä, joka edellyttää hiiren jatkuvaa liikuttamista, mikä on lukemisen kannalta rasittavaa. Toinen suurennuslasiohjelma suurentaa koko näyttöä kerralla. Suurennetun näytön haasteeksi tulee se, että koko sivu ei mahdu kokonaan ruudulle. Tämä edellyttää edelleen sivun liikuttelua edestakaisin, jotta kaikki komponentit pystytään havaitsemaan. Sivun edestakainen liikuttelu voi vaikeuttaa kokonaiskuvan hahmottamista. Tutkimusten mukaan paras suurennusominaisuus on responsiivinen verkkosivusuunnittelu. Siinä tietokoneen tai mobiililaitteen näyttö skaalautuu laitteen näytön koon ja käytetyn suurennustason mukaan. Toisin sanoen näyttöä suurennettaessa sivu skaalautuu uudelleen niin, että kaikki sisältö mahtuu edelleen näytölle eikä edestakaista liikettä vaadita. (Hallett ym., 2015.)

3.4.3 Pistenäyttö ja kosketusgrafiikka

Jotkut käyttäjät hyödyntävät pistenäyttöä. Se on tietokoneeseen tai mobiililaitteeseen yhdistettävä laite, joka muuttaa ruudun tekstin näyttörivilleen pistekirjoitukseksi. Pistenäyttöä pystyy ohjaamaan tietokoneen näppäimistöllä tai sen omilla painikkeilla. Edistyneemmät pistenäytöt sisältävät myös pistekirjoitusnäytön, joka mahdollistaa käyttäjän oman tekstin kirjoittamisen. (Näkövammaisten liitto, 2021.)

Käyttöliittymien koskettaminen on koettu tukevan oppimista. Sen on huomattu parantavan näkövammaisten käyttäjien symbolista ymmärrystä ja tietämystä. Käyttöliittymien koskettamisen mahdollistaa kosketusgrafiikka. Se on avustavateknologia, joka mahdollistaa 2,5D kosketusgrafiikan ja grafiikan, jolla on enemmän tuntoerottelukykyä kuin yksiulottuvuudella (1D), mutta joka ei yllä aivan kolmiulotteisuuden (3D) tasolle. (Kearney-Volpe & Hurst, 2021.)

4 VERKKOPOHJAISET KARTAT SAAVUTETTAVUUDEN NÄKÖKULMASTA

Tämä sisältöluke käsittelee verkkopohjaisia karttoja saavutettavuuden näkökulmasta. Ensin määritellään yleisesti verkkopohjaiset kartat ja niiden ominaisuudet. Tämän jälkeen verkkopohjaisia karttoja lähdetään käsittelemään saavutettavuuden näkökulmasta nostaten esiin havaittuja haasteita karttojen käytössä. Verkkopohjaisia karttoja tarkastellessa saavutettavuuden näkökulmasta keskitytään neljään eri karttatyyppiin, joita ovat interaktiiviset -, jatkuvaa tietoa sisältävät -, maasto- ja temaattiset kartat.

4.1 Verkkopohjaiset kartat

Ihmiset käyttävät karttoja päivittäin esimerkiksi jakaessaan oman sijaintinsa, valitessaan nopeinta metroreittiä, etsiessään uutta osoitetta, valitessaan lomakohdetta tai etsiessään tietoa maapallon aavikkoalueista. Verkkopohjaiset kartat ja niihin lukeutuvat karttasovellukset ovat verkossa esiintyviä mallinnuksia, jotka hankkivat, käsittelevät, hallitsevat, mallintavat ja visualisoivat geograafista dataa ratkaistakseen sosiaalisia, ympäristöllisiä, ilmastollisia, vesistöllisiä sekä suunnitteluun, johtamiseen ja talouteen liittyviä kysymyksiä osana päätöksentekoa ja tiedon keräämistä. Verkkopohjaisten karttojen idea on ylläpitää ja käyttää dataa tietyistä tarkasta teemaan tai sijaintiin liittyvästä aiheesta. (Calle-Jimenez ym., 2014.)

Verkkopohjaiset kartat siis tallentavat, käsittelevät, hallitsevat ja näyttävät geograafista tietoa. Toisin sanoen ollakseen kartta tulee sen sisältää geograafisia tietoja mukaan lukien maantieteelliset koordinaatit. Geograafinen data voidaan jakaa kahteen komponenttiin. Ensimmäinen on tilaa koskeva attribuutti, jolla viitataan sijaintiin maapallolla. Toisin sanoen tila-attribuutit ovat pohjimmiltaan maantieteellisissä koordinaatteja. Toinen komponentti on tilaa koskeva attribuutti, jonka tarkoitus on kuvailla ominaisuuksia. Ominaisuuksia voivat olla esimerkiksi nimet, erilaiset valuutat, kasvillisuus ja kielet. (Calle-Jimenez ym., 2014.)

Verkkopohjaisissa kartoissa geograafisten tietojen esittämiseen, visualisointiin ja hallitsemiseen hyödynnetään kahta eri mekanismia, jotka ovat rasteri- ja vektoridata. Rasteridata koostuu kaikenlaisista kuvista kuten satelliitti-, antenni- ja JPG-kuvista. Vektoridata on taas kokoelma erilaisia visuaalisia merkkejä kuten pisteitä, viivoja ja polygoneja eli monikulmioita. Vektoridata esitetään kartoissa niin sanottuna peittotasona rasteri datan päällä. (Calle-Jimenez ym., 2014.) Alla olevassa kuviossa (kuvio 5) on esitetty havainnollistava kuva karttojen rasteri- ja vektoridatasta. Kuvassa on Maanmittauslaitoksen ilmakeuvarasteri, maastotietokannasta otetut karttatasot eli vektoridata ja niiden pohjalta koottu peruskarttarasteri. Kuviossa (kuvio 5) esitettyjä karttatasoja eli vektoridataa ovat korkeuskäyrät, tieverkostot ja rakennukset.



KUVIO 5 Karttojen rasteri- ja vektoridata (Peda.net, 2022)

4.2 Kartat saavutettavuuden näkökulmasta

Verkkopohjaisten karttojen kohdalla on havaittu olevan haasteita saavutettavuuden toteuttamisessa. Ne ovat luonteeltaan hyvin graafisia ja niiden toiminta perustuu eleisiin ja monimutkaisiin hiiren syötteisiin, mikä voi rajoittaa näkörajoitteisten sekä motorisesti ja kognitiivisesti rajoitteisten henkilöiden mahdollisuuksia käyttää niitä. (Brock ym., 2018; Medina ym., 2015.)

Vaikka digitaaliset kartat yleistyvät koko ajan, kuuluvat ne edelleen niihin verkon elementteihin, jotka eivät ole kaikkien käyttäjäryhmien ulottuvilla (Höckner ym., 2012). Moni karttoihin liittyvä haaste, kuten värit ja teksti on pystytty jollain tasolla korjaamaan saavutettavuusohjeiden avulla. Haasteita kuitenkin

edelleen luo interaktiiviset kartat, temaattiset- ja maantieteelliset kartat sekä jatkuva tietoa sisältävät kartat. (Calle-Jimenez & Lujan-Mora, 2016.) Haasteita on havaittavissa aina käyttäjien kognitiivisista haasteista motorisiin ja sensorisiin haasteisiin sekä näköhaasteista emotionaalisiin haasteisiin (Gottwald ym., 2016).

4.2.1 Interaktiiviset kartat

Interaktiivisista kartoista puhuttaessa tarkoitetaan mallinnuksia, joissa käyttäjä voi itse vuorovaikuttaa kartan tietojen kanssa. Interaktiivisia karttoja ovat kaikki kartat, joissa käyttäjän vuorovaikuttaessa jonkin elementin kanssa, saa hän lisää tietoa aiheesta. Maantieteelliset navigointialustat ja esimerkiksi verkkosivuilla yleistyneet verkkopohjaiset pohjapiirustukset, joissa käyttäjän on mahdollista saada lisää tietoa painamalla kartan eri kuvakkeista kuten huoneista, ovat esimerkkejä interaktiivisista kartoista. (Medina ym., 2015.) Käytetyimpiä maantieteellisiä navigointialustoja ovat esimerkiksi verkkopohjaiset kaupunkikartat. Nykyään käyttäjät voivat tutustua eri kaupunkeihin ja paikkoihin verkkopohjaisten kaupunkikarttojen avulla. Niiden käyttö ei ole käyttäjän paikasta riippuvaista ja niiden ajantasaisen tiedon mahdollistaa GPS (engl. Global Positioning System). (Höckner ym., 2012.)

Medina ym. (2015) ovat tutkineet interaktiivisia karttoja ja huomanneet niissä saavutettavuushaasteita. Interaktiivisissa kartoissa kuten karttasovelluksissa ja -kuvakkeissa toimiminen ei ole täysin esteetöntä vaan tuottaa joitakin ongelmia eri toiminnallisuuksia käyttäessä. Ongelmia havaittiin etenkin, kun näkörajoitteiset käyttäjät yrittivät päästä käsiksi kartan lähennä-/ loitonna-ominaisuuksiin. Myös kartalla oleviin kuviin oli käyttäjillä vaikeuksia päästä. Tarkemmin ottaen käyttäjät kohtasivat haasteita yrittäessään päästä lukemaan kuvien tekstimuotoisia kuvauksia, joita saavutettavien mediasisältöjen tulisi sisältää saavutettavuusvaatimuksen mukaisesti. Esimerkiksi maantieteellisellä navigointialustalla olevien alueiden kuten naapurustojen nimien selvittäminen kartan avulla oli mahdotonta näkövammaisille käyttäjille. (Medina ym., 2015). Navigointilaitteet ja niiden sisältämät reitinhakuominaisuudet onkin huomattu olevan suuri haaste näkövammaisille matkustajille. Näkövammaisilla käyttäjillä ei ole pääsyä visuaalisiin vihjeisiin, joihin moni muu turvautuu navigoidessaan. Visuaalisia vihjeitä ovat esimerkiksi maamerkit ja tienviitat (Yaneva & Ahmetovic, 2020.) Haasteita tuokin haluttujen paikkojen löytäminen kartalta (Calle-Jimenez & Lujan-Mora, 2016). Erityisesti juuri näkövammaiset ja sokeat eivät ole saaneet mahdollisuutta hyödyntää interaktiivisia navigointialustoja toivotulla tavalla. Vaikka ratkaisuja on yritetty löytää semanttisten kuvausten luomisella ja puheen sekä kuuloaistin hyödyntämisellä toimintojen tukena, eivät ne ole ratkaisseet täysin kaikkia haasteita. (Höckner ym., 2012.) Esimerkiksi kaupunkikartasta tehdyn semanttisen kuvauksen kuunteleminen tai puheen hyödyntäminen syötetapana tuottavat haasteita meluisilla paikoilla, kuten kaupungin ytimessä, missä interaktiivisia kaupunkikarttoja usein hyödynnetään (Schneider & Balci, 2006).

Interaktiiviset kartat eivät tuota haasteita pelkästään näkövammaisille käyttäjille vaan myös käyttäjille, joilla on motorisia- ja kognitiivisia vammoja.

Kognitiiviset haasteet karttojen yhteydessä vaihtelevat kokemuksen puutteesta keskittymisvaikeuksiin ja avaruudellisten kykyjen ja muistin puutteeseen. (Righin ym., 2011.) Esimerkiksi tietokoneen hiiren rullatoiminnon ja muiden tunnettujen elementtien toiminnallisuuden epäjohdonmukaisuus on havaittu aiheuttavan käyttäjillä kognitiivisia haasteita. Kartan selailu alas- ja ylöspäin sekä oikealle ja vasemmalla on koettu haastavana johtuen sekä käyttäjien kognitiivisten että hienomotoristen taitojen puutteesta. (Gottwald ym., 2016.) WCAG 2.1:n saavutettavuusohjeessa on kohta responsiivisuudesta (kohta 1.4.10), jossa määritellään vaatimus sisällön esittämisestä ilman kahdensuuntaista vierittämistä pois lukien sisältö, jossa kahdensuuntainen esitystapa on vaadittu. Tällaisia ovat esimerkiksi juuri kartat. (Aluehallintovirasto, 2021b.) Haasteita interaktiivisilla kartta-alustoilla on tuottanut myös tiettyyn kohteeseen lähentäminen sekä panorointi eli esimerkiksi katukuvassa vaakatasossa akselin ympäri kääntyminen. Myös karttatoimintokuvakkeiden ymmärtäminen ja löytäminen on joskus aiheuttanut saavutettavuushaasteita. Saavutettavuuden parantamiseksi kognitiivisista ongelmista kärsiville on ehdotettu kartalla olevia selitysruutuja. Ne on kuitenkin koettu vievän kartalta liikaa tilaa. Käyttöoppaat ja opetusvideot on nähty yhtenä mahdollisuutena interaktiivisten kartta-alustojen saavutettavuuden parantamiseksi kognitiivisten haasteiden osalta. (Gottwald ym., 2016.)

Käyttäjät, joilla on motorisia haasteita ovat kohdanneet ongelmia tietokoneen hiiren käytön yhteydessä. Etenkin lähennä- ja loitonna -ominaisuus on todettu saavutettavuushaasteeksi motorisista syistä. (Gottwald ym., 2016.) Gottwaldin ym. (2016) tutkimuksessa huomattiin, että lähennä- ja loitonna -ominaisuuden käyttäminen tietokoneen hiiren pyörän avulla johtaa helposti kartalla liian kauas tai lähelle liikkumiseen, mikä taas johtaa käyttäjän eksymiseen kartalla. Tutkimuksessa lähennä- ja loitonna -ominaisuus kokeiltiin korvata pudotusvalikolla. Pudotusvalikosta käyttäjä pystyi valitsemaan maantieteellisen alueen, jolle hän halusi lähentää/loitontaa näkymänsä. Pudotusvalikon huomattiin vähentävän käyttäjien eksymistä kartalla ja poistavan kognitiivista ylikuormitusta, mutta samaan aikaan se toi mukanaan uusia motorisia vaikeuksia. (Gottwald ym., 2016.) Motoristen taitojen puute vaikeuttaa vakaata hiirtä vaativien käyttöliittymäelementtien käyttöä. Esimerkiksi juuri pudotusvalikot sekä tekstiruutujen rullaustoiminnot ja viivan piirtäminen tuottavat haasteita. (Gottwald ym., 2016; Vrenko & Petrovic, 2015.) Saavutettavuuden parantamiseksi motorisista ongelmista kärsiville käyttäjille on ehdotettu hienomotorisia taitoja vaativien toiminnallisuuden määrän vähentämistä sekä painikkeiden koon suurentamista (Xie & Pearson, 2010). Valitettavasti kartoissa tekstin ja eri elementtien suurentaminen peittäisi alleen muuta tärkeää informaatiota, joten tämä ongelma on pyritty ratkaisemaan kartoissa lähennä- ja loitonna -ominaisuuksien avulla, mistä päästään taas yllä mainitun eksymisongelman pariin (Gottwald ym., 2016).

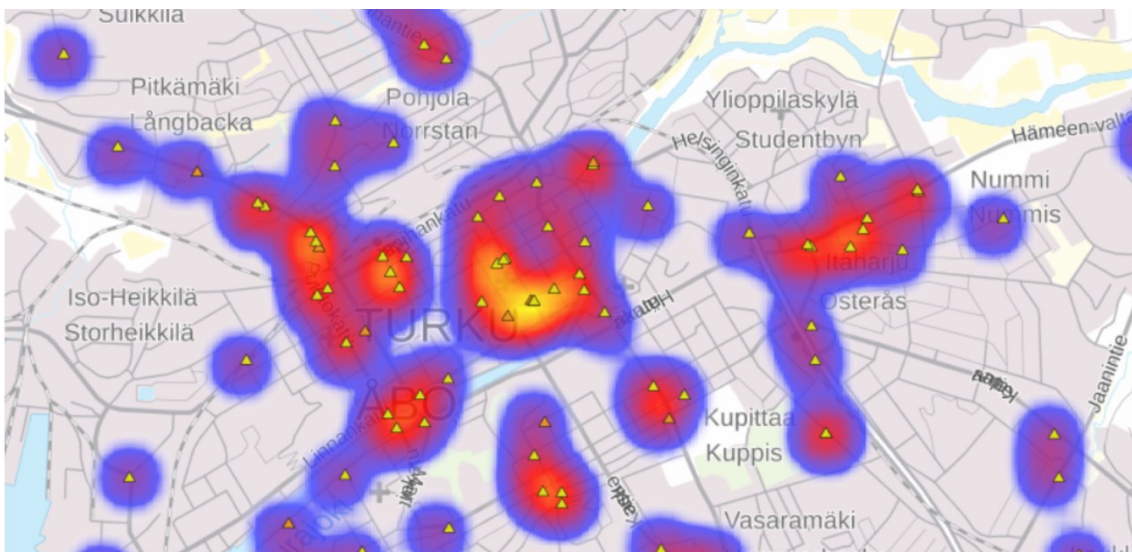
4.2.2 Jatkovaa tietoa sisältävät kartat

Jatkovaa tietoa sisältävät kartat pohjautuvat ajatukseen tiedon ajantasaisuudesta. Niissä tieto muuttuu ajan kanssa. Jatkovaa tietoa sisältäviä karttoja ovat esimerkiksi GIS (engl. Geographical Information Systems) karttasovellukset, sääkartat

ja latukartat. (Calle-Jimenez & Lujan-Mora, 2016.) Jatkuvaa tietoa sisältävä kartta on yleensä aina myös jokin muu karttatyyppe. Esimerkiksi moni jatkuvaa tietoa sisältävä kartta on myös interaktiivinen kartta ja toisin päin. Edellä käsitellyt GIS pohjaiset kaupunkikartat kuten myös maailmankartat helpottavat kaupunkien ja niiden paikkojen virtuaalista ja reaaliaikaista löytämistä, tarjoavat paikkatietoja ja parantavat orientaatiota. Toisin sanoen ne ovat samaan aikaan interaktiivisia, että jatkuvaa tietoa sisältäviä karttoja. Tämän takia jatkuvaa tietoa sisältäviin karttoihin liittyy samoja saavutettavuushaasteita kuin esimerkiksi interaktiivisiin karttoihin. Jatkuvaa tietoa sisältävien karttojen saavutettavuushaasteet painottuvan karttojen tiedon ja sisällön nopeaan muuttumiseen. (Höckner ym., 2012.)

4.2.3 Temaattiset kartat

Erityisesti haasteita saavutettavuuden kannalta on havaittu temaattisissa kartoissa (Calle-Jimenez & Lujan-Mora, 2016.). Temaattiset kartat ovat yhdistelmiä geograafisten tietojen tilaa koskevista ja koskemattomista attribuuteista. Ne koostuvat yleensä erilaisista vektoridatan peittotasosta. (Calle-Jimenez ym., 2014.) Tasoilla tarkoitetaan mekanismeja, joilla kuvataan erilaisia tietojoukkoja kartoissa. Tasojen tarkoitus on yleensä edustaa tilaa koskemattomia ominaisuuksia, joita maantieteellinen tietojoukko symboloi kartalla. Tasot ovat visuaalisia merkkejä, jotka mahdollistavat selkeämmän ja intuitiivisemmän tiedon esitystavan sekä useamman eri teeman päällekkäisen tarkkailun ja helpon muutoksien seurannan. Tasoja ovat esimerkiksi pisteet, viivat, kaaret ja monikulmiot. Tasoissa voidaan hyödyntää värejä, kontrasteja, elementtien kokoja sekä muotoja. (Pattnaik, 2020.) Tässä tutkimuksessa tasoista puhutaan käyttäen arkikielisempää termiä eli karttamäärittäet. Alla on esimerkkikuvio (kuvio 6) temaattisen kartan tasoista. Kuviossa (kuvio 6) on kuvattu värialueiden avulla tieliikenneonnettomuuksien määrää tietyllä alueella sekä kolmikulmioilla paikkoja, joissa onnettomuuksia on tapahtunut.



KUVIO 6 Esimerkki temaattisen kartan tasoista (Maanmittauslaitos, 2022)

Internetissä esiintyvät kartat ovat yleensä aina graafisesti esitetty (Kaklanis ym., 2011). Saavutettavuuden näkökulmasta ongelmia tuokin usein nämä karttojen visuaaliset elementit, joista temaattiset kartat pääosin koostuvat. Temaattisissa kartoissa olevat tekstit ovat myös usein kuvamuodossa, mikä estää ruudunlukijalla toimimisen. Tästä syystä myös näppäimistöllä liikkuminen ei ole mahdollista kartalla. Pelkkien visuaalisten merkintöjen tueksi saattaa olla vaikeaa lisätä vaadittua tekstiä ja selitystä. (Calle-Jimenez & Lujan-Mora, 2016.) Vaikka kaikki karttojen sisältö onnistuttaisiin saamaan semanttiseen muotoon ruudunlukijan saavutettaviin, ei se silti takaa käyttäjille helppoa ja vaivatonta käyttöä. Käyttäjät eivät esimerkiksi pysty helposti paikantamaan haluamaansa tietoa ilman, että joutuvat kuuntelemaan ensin paljon epäolennaista sisältöä. (Ramakrishnan ym., 2017.) Valtava määrä semanttista tietoa voi johtaa kognitiiviseen ylikuormitukseen, mutta myös visuaalinen ylikuormitus voi olla syynä tähän. Onkin huomattu, että kognitiivisia rajoitteita omaavat käyttäjät saattavat kaivata suunnan näyttämistä tai ohjeistusta kartoissa alkuun pääsemiseksi karttojen sisältämän valtavan tietomäärän takia. (Kaklanis ym., 2011.) Ohjeistus ei voi kuitenkaan olla pelkästään audiovisuaalinen, sillä se häiritäisi kuulovammaisia käyttäjiä (Aluehallintovirasto, 2021b).

Yleisesti ottaen on huomattu, että kognitiiviset haasteet vähenevät, kun verkkopohjaiset käyttöliittymät ovat estetiikaltaan klassisia eli käyttöliittymä on puhdas, selkeä, miellyttävä ja symmetrinen. Toisin sanoen kognitiivisia haasteita on voitu ratkaista pitämällä käyttöliittymä yksinkertaisena ja johdonmukaisena sekä käyttämällä selkeää kieltä ja standardoituja muotoja. Valitettavasti tämä tuottaa haasteita verkkopohjaisissa kartoissa, sillä graafisella esityksellä on aina tietty informatiivinen sisältö. Temaattisissa kartoissa graafiseen sisältöön voi kuitenkin vaikuttaa enemmän kuin esimerkiksi seuraavaksi käsitellyissä maastokartoissa. Temaattisissa kartoissa vektoridata on kuvaamassa eri ominaisuuksia, jolloin sen graafiseen esitykseen voidaan vaikuttaa valiten esimerkiksi kooltaan ja väreiltään erottuvia merkkejä. Samoin myös yllä käsitellyissä interaktiivisten karttojen vuorovaikutuselementeissä tulee suosia selkeitä ja erottuvia muotoja ja värejä. (Gottwald ym., 2016.) Kovanen ym. (2012) on todennut, että yksinkertaisuus on avain asemassa kartoissa. Hänen mukaansa mahdollisimman pelkkä kartografia vähentää kognitiivisia haasteita käyttäjien keskuudessa (Kovanen ym., 2012).

4.2.4 Maastokartat

Maastokartat välittävät maantieteellistä sisältöä, joka on usein vaikeasti kuvailtavissa tai selitettävissä. Ne sisältävät niin paljon tarkkoja yksityiskohtia, että esimerkiksi jokaista kiveä, korkeuskäyrää ja vesistön tarkkaa muotoa on lähes mahdollon muuttaa tekstimuotoon. Vaikka kaikki tieto pystyttäisiinkin muuttamaan tekstimuotoon ja sitä kautta se olisi ruudunlukuohjelmien avulla kuunneltavissa, olisi tietomäärä helposti niin valtava, että se aiheuttaisi kuunneltuna kognitiivista ylikuormitusta. (Calle-Jimenez & Lujan-Mora, 2016.)

Tämän lisäksi visuaaliset merkit saattavat olla heikkonäköiselle vaikeasti hahmotettavissa. Karttojen elementtien koolla on yleensä informatiivista merkitystä, joten kartan pienten elementtien muuntaminen isommiksi ilman suurenusominaisuuksien käyttöä heikkonäköisiä varten on myös ongelma, sillä se väristäisi alkuperäistä informaatiota. (Calle-Jimenez & Lujan-Mora, 2016.) Samoin myös eri värien ja värialueiden lähekkäinen käyttö, johtaa helposti tarpeellisen kontrastin ja kirkkauden puutteeseen tuottaen ongelmia sekä värisokeille että henkilöille, joilla on huono kontrastinäkö. Maastokartoissa väreillä on iso informatiivinen rooli ja niitä käytetään joskus myös ainoana visuaalisena keinona informaation välittämiseen, mikä on vastoin saavutettavuusohjeistusta. (Aluehallintovirasto, 2021b.) Yleensä edellä mainitut ongelmat voitaisiin ratkaista selkeillä riittävän kontrastipitoisilla väriyhdistelmillä, suurilla kartta-alueilla sekä klassisella estetiikalla. Nämä ratkaisut eivät ole kuitenkaan mahdollisia toteuttaa maastokartoissa ilman, että niiden informaatio sisältö muuttuisi. Maastokartan sisältämien tekstien muuttaminen suuremmaksi olisi mahdollista ilman sisällöllisen informaation muuttamista, mutta niiden suurentaminen veisi helposti liikaa tilaa kartalta ja heikentäisi siten kartan laatua sekä voisi johtaa tarkkuuden heikkenemiseen. Tämän takia kartan tekstin koko ei voi olla kovin suuri. Kartan tekstiä ja muuta kartta-aluetta on mahdollista suurentaa tarvittaessa lähennäminaisuuden avulla verkkopohjaisissa maastokartoissa. (Gottwald ym., 2016.)

Maastokarttojen kuten myös temaattisten karttojen saavutettavuuden ratkaisemiseksi on kehitelty erilaisia kosketusta hyödyntäviä avustavia teknologioita. Täydellistä ratkaisua ei ole kuitenkaan vielä löytynyt, eikä saavutettavuusohjeet sisällä kriteerejä karttoihin liittyen. (Calle-Jimenez & Lujan-Mora, 2016.)

4.3 Yhteenveto verkkopohjaisten karttojen saavutettavuushaasteista

Verkkopohjaisten karttojen kohdalla havaittiin useita eri saavutettavuushaasteita. Haasteet liittyivät sekä näkökyvyn, motoristen- sekä kognitiivisten taitojen rajoittuneisuuteen, heikkouteen tai puutteeseen. Kuulo- ja puhe rajoitteiden ei juurikaan huomattu vaikuttavan verkkopohjaisten karttojen käyttöön, ellei kartta sisällä audiotallennetta tai monimutkaisia, pitkiä ja huonosti jäsenneiltyjä tekstejä. Pääsääntöisesti verkkopohjaiset kartat painottuvat kuitenkin graafiseen informaatioon ja esitystapaan.

Monet ongelmat, joita verkkopohjaisten karttojen yhteydessä havaittiin, koskivat näkövammaisia käyttäjiä. Ongelmat, joita sokeat ja heikkonäköiset käyttäjät kohtaavat selatessaan verkkosisältöjä ruudunlukuohjelman avulla, johtuvat usein ruudunlukuohjelman kanssa yhteensopivan semanttisen rakenteen ja interaktiivisuuden puutteesta (Kearney-Volpe & Hurst, 2021). Semanttinen kokonaisuus on merkityksellinen ryhmittely toisiinsa liittyviä HTML-elementtejä (Ramakrishnan ym., 2017). Ongelmia tuottaa myös halutun tiedon löytäminen nopeasti suuresta määrästä irrelevanttia sisältöä, mikä johtaa käytettävyyden

heikkenemiseen, vaikka saavutettavuus toteutuukin. Moni näkövammaisen Internetin käyttäjä kärsiikin tiedon ylikuormituksesta. (Calle-Jimenez & Lujan-Mora, 2016.) Toinen sisältöön liittyvä ongelma, jonka näkövammaisten on usein huomattu kokevan, on verkkosivuston kokonaisuuden hahmottamisen vaikeus. Segmentointia on pidetty yhtenä keinona semanttisten kokonaisuuksien rajojen määrittämiseen ja päättelyyn. Kuitenkaan käyttäjä ei aina tiedä, mitä kaikkia elementtejä kartta sisältää ja navigoiko hän elementin tai pienen kokonaisuuden sisällä vai sen ulkopuolella ja miten kartan kokonaisuuden rajat menevät. Eniten edellä mainittuja ongelmia on havaittu hyvin sisältörikkailta kartoilla. (Ramakrishnan ym., 2017.) Näiden lisäksi haasteita esiintyy, kun näkövammaiset käyttäjät yrittävät päästä lukemaan kuvien tekstimuotoisia kuvauksia tai hyödyntämään navigointialustojen reitinhakuominaisuuksia (Medina ym., 2015). Navigointialustojen sisältämät visuaaliset vihjeet ja merkit tuottavat erityisiä haasteita sokeille ja heikkonäköisille (Yaneva & Ahmetovic, 2020). Värisokeat kohtaavat myös helposti haasteita karttojen lähekkäisten värialueiden kanssa, joiden muuttaminen selkeämmäksi väristäisi informaatiota (Calle-Jimenez & Lujan-Mora, 2016).

Motoriset haasteet verkkopohjaisilla kartoilla taas liittyvät lähinnä tietokoneen hiiren käyttöön. Isona ongelmana havaittiin lähennä- ja loitonna -ominaisuuksien käyttö. (Gottwald ym., 2016.) Hiirellä käyttöliittymän vierittäminen ja pudotusvalikoiden käyttäminen havaittiin vaikeaksi motorisista rajoitteista kärsivien käyttäjien kohdalla (Vrenko & Petrovic, 2015). Hiiren rullaustoimintojen epäonnistuminen johti helposti turhautumiseen ja eksymiseen kartalla. Myös tarkkojen viivojen tai muiden merkkien piirtäminen havaittiin hankalaksi. (Gottwald ym., 2016.)

Kartan selailu vertikaalisesti ja horisontaalisesti koettiin haastavana sekä hienomotoristen taitojen että kognitiivisten taitojen puutteen takia (Gottwald ym., 2016). Ylipäätänsä saavutettavuushaasteita on huomattu karttojen yhteydessä aiheuttavan kognitiivisista tekijöistä kokemuksen puute, keskittymisvaikeudet ja avaruudellisten kykyjen sekä muistin puute (Righin ym., 2011). Tiettyyn kohteeseen lähentäminen ja panorointi on koettu vaikeana kuten myös joidenkin karttakuvakkeiden löytäminen ja ymmärtäminen (Gottwald ym., 2016). Karttojen sisältämä runsas visuaalinen informaation määrä saattaa myös johtaa kognitiiviseen ylikuormitukseen (Kaklanis ym., 2011).

Alla olevaan taulukkoon (taulukko 1) on koottu yhteenveto kartta-alustoilla saavutettavuushaasteita aiheuttavista tekijäistä. Yllä esiteltyt haasteet on jaoteltu taulukkoon (taulukko 1) rajoiteryhmittäin eli näkörajoitteiden, motoristen rajoitteiden sekä kognitiivisten rajoitteiden mukaan.

TAULUKKO 1 Kartta-alustoilla saavutettavuushaasteita aiheuttavat tekijät

Rajoite-ryhmä	Kartta-alustoilla saavutettavuushaasteita aiheuttavat tekijät	Lähteet
Näkörajoitteet	-ruudunlukuohjelman kanssa yhteensopivan semanttisen rakenteen ja interaktiivisuuden puute -suuri määrä irrelevanttia sisältöä / tiedon ylikuormitus -verkkosivuston kokonaisuuden hahmottamisen vaikeus	Calle-Jimenez & Lujan-Mora, 2016; Kearney-Volpe & Hurst,

	<ul style="list-style-type: none"> -kartan sisältämien elementtien hahmottamisen vaikeus -kartan eri kokonaisuuksien, alueiden ja niiden rajojen hahmottamisen vaikeus -kuvien tekstimuotoiset kuvaukset -navigointialustojen reitinhakuominaisuudet -navigointialustojen sisältämät visuaaliset vihjeet ja merkit -karttojen lähekkäiset värialueet 	2021; Medina ym., 2015; Ramakrishnan ym., 2017; Yaneva & Ahmetovic, 2020
Motoriset rajoitteet	<ul style="list-style-type: none"> -lähennä- ja loitonna -ominaisuuksien käyttö -hiirellä käyttöliittymän vierittäminen -hiirellä pudotusvalikoiden käyttäminen -hiiren rullaustoimintojen epäonnistuminen -tarkkojen viivojen tai muiden merkkien piirtäminen -kartan selailu vertikaalisesti ja horisontaalisesti 	Gottwald ym., 2016; Vrenko & Petrovic, 2015
Kognitiiviset rajoitteet	<ul style="list-style-type: none"> -kartan selailu vertikaalisesti ja horisontaalisesti -kohteeseen lähentäminen ja panorointi -karttakuvakkeiden löytäminen ja ymmärtäminen -runsas visuaalinen informaation määrä / kognitiivinen ylikuormitus -kokemuksen puute, keskittymisvaikeudet ja avaruudellisten kykyjen sekä muistin puute 	Gottwald ym., 2016; Righin ym., 2011; Kakkilainen ym., 2011

5 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä sisältöluvussa käsitellään tutkielman sisältämän empiirisen tutkimuksen toteutusta. Ensin kerrataan hieman tutkimuksen taustaa ja aiheen rajausta. Sen jälkeen avataan valittu aineistonkeruumenetelmä ja tutkimuksen otanta. Lopuksi kuvataan, mitä tutkimuksessa tehtiin, miten se suoritettiin ja miten saatu data analysoitiin.

5.1 Tutkimuksen tausta ja aiheen rajaus

Tässä tutkielmassa tutkitaan verkkopohjaista saavutettavuutta ja siihen liittyviä haasteita tarkastellen aihetta verkkopohjaisten karttojen näkökulmasta. Edellä esitetyissä kolmessa sisältöluvussa on syvennytty aihepiirin käsitteistöön aieman tieteellisen kirjallisuuden avulla ja luotu teoreettinen viitekehys ja -pohja aiheesta kirjallisuuskatsauksen muodossa. Kirjallisuuskatsauksen tavoite oli löytää vastaus tutkielman ensimmäiseen tutkimuskysymykseen ja näin ollen luoda tutkimukselle suuntaa antava viitekehys tutkittavasta aiheesta. Kirjallisuuskatsauksen pohjalta huomattiin, että aihetta on aiemmin tutkittu hieman, mutta lisätutkimus on aihealueesta tarpeellista. Saavutettavuusongelmia on tunnistettu useita verkkopohjaisissa kartoissa, mutta varsinaisia ratkaisuja ongelmiin ei ole löydetty. Tutkimustiedon puute aiheesta edesauttaa tutkielman tavoitetta löytää kahteen viimeiseen tutkimuskysymykseen vastaus ja luoda näin ollen uutta tärkeää tietoa aiheesta. Toisin sanoen tämän tutkimuksen tarkoitus löytää vastaus kahteen viimeiseen tutkielman tutkimuskysymykseen empiirisen tutkimuksen avulla.

Ohessa vielä tutkielman alussa määritellyt tutkimuskysymykset:

- Mitkä verkkopohjaiset kartta-alustat ovat saavutettavuuden kannalta haasteellisia ja mille vamma-/rajoiteryhmälle?
- Mitä saavutettavuushaasteita nousee esiin verkkopohjaisten kartta-alustojen yhteydessä?

- Miten luoda verkkopohjaisista kartta-alustoista saavutettavia?

Aiempaa tieteellistä kirjallisuutta tarkasteltaessa havaittiin, että vaikka saavutettavuus on edistynyt viimeisten vuosien aikana reilusti, on edelleen havaittavissa joitakin saavutettavuuteen liittyviä haasteita. Etenkin verkkopohjaisten karttojen kanssa on havaittu olevan ongelmia käyttäjien parissa, joilla on fyysisiä tai kognitiivisia rajoitteita. Kirjallisuuskatsauksesta nousi esiin neljä eri karttatyyppeä, joissa saavutettavuushaasteita on havaittu. Nämä ovat interaktiiviset -, jatkuvaa tietoa sisältävät -, temaattiset- ja maastokartat. Jokaiseen karttatyyppiin pystyttiin liittämään tyyppikohtaisia saavutettavuushaasteita, mutta suurin osa aiemmasta kirjallisuudesta esiin nousseista haasteista oli yleistettävissä kaikkiin neljään eri karttatyyppiin. Esiin nousseet saavutettavuushaasteet johtuivat käyttäjien näkö-, motorisista-, ja kognitiivista rajoitteista. Saavutettavuuteen liitettyjen kuulo- ja puherajoitteiden ei havaittu juurikaan synnyttäneen saavutettavuushaasteita verkkopohjaisia karttoja käytettäessä, joten heidän roolinsa tutkimuksessa ei ole aiheen kannalta merkittävä.

Tutkielmassa tehdyn kirjallisuuskatsauksen pohjalta päätettiin tutkimuksen aihe rajata karttojen osalta edellä mainittuihin neljään verkkopohjaiseen karttatyyppiin tutkien maasto- ja temaattista karttaa omina kokonaisuuksinaan ja yhdistäen interaktiivisen ja jatkuvaa tietoa sisältävän karttatyypin. Interaktiivisen ja jatkuvaa tietoa sisältävän karttatyypin yhdistäminen oli loogista, sillä kirjallisuuskatsauksessa niiden havaittiin kulkevan käsikädessä interaktiivisen kartan ollen usein myös jatkuvaa tietoa sisältävä kartta ja toisin päin.

Tutkimuksen otanta taas päätettiin rajata sen mukaan, mitkä tekijät huomattiin aiheuttavan saavutettavuushaasteita verkkopohjaisissa kartoissa. Koehenkilöt valittiin siis edellä mainituista kolmesta saavutettavuuteen liitetystä rajoiteryhmästä – näkö-, motorisista- ja kognitiivisista rajoitteita omaavista käyttäjistä. Kuulo- ja puherajoitteisten ottaminen mukaan tutkimukseen nähtiin epäoleellisena kirjallisuuskatsauksessa tehtyjen havaintojen perusteella.

5.2 Aineistonkeruumenetelmä ja tutkimuksen otanta

Seuraavaksi käydään läpi tutkimuksessa käytetyt tutkimusstrategiat ja aineistonkeruumenetelmät. Tämän jälkeen avataan hieman myös otannan keruuseen käytettyjä menetelmiä ja perusteluja niiden takana.

5.2.1 Aineistonkeruumenetelmät

Kirjallisuuskatsausosio pohjautui teoreettiseen tutkimukseen. Siinä luotiin aieman tieteellisen tutkimuskirjallisuuden pohjata teoreettinen viitekehys tämän tutkielman tutkimukselle. Kirjallisuuskatsauksen tarkoitus oli johdattaa empiirisen tutkimuksen tekemiseen antaen suuntaa sille. Tutkimus suoritettiin siis empiirisenä eli kokemusperäisenä tutkimuksena. Tutkimuksen tavoite oli löytää ja kerätä uutta tietoa tutkimusaiheesta, joten empiirinen tutkimusstrategia oli oikea

lähtökohta tutkimukselle. Empiirinen tutkimus perustuu tutkimuskohteiden havainnointiin, mittaamiseen ja analysointiin (Williams, 2007). Siinä konkreettinen tutkimusaineisto toimii tutkimuksen tekemisen lähtökohtana (Williams, 2007).

Tässä tutkimuksessa empiirinen tutkimus suoritettiin kvalitatiivisena tutkimuksena. Saavutettavuuden käsitellessä käyttäytymiseen liittyviä ilmiöitä ja sen ollessa suhteellisen uusi aihe oli kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä perusteltu valinta toteuttaa tutkimus. Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus pyrkii tuottamaan uutta tietoa ja sen avulla pyritään ymmärtämään ihmisiä ja heidän toimintaansa tietyssä kontekstissa, joka tässä tutkimuksessa on kolme eri verkkopohjaista karttaa (Williams, 2007). Toisin sanoen sitä käytetään selittämään sosiaaliin käyttäytymiseen liittyviä ilmiöitä uusissa ja nousevissa teorioissa. Laadullinen tutkimus valittiin, sillä se on kokonaisvaltainen lähestymistapa, joka johtaa onnistuneena uuden tiedon löytymiseen muotoillen tai rakentaen uusia teorioita. Se mahdollistaa tietyn ilmiön tutkimisen koehenkilöiden näkökulmasta kuvailen, selittäen ja tulkiten sitä. (Williams, 2007.) Tässä tutkimuksessa tutkittu ilmiö koski saavutettavuutta verkkopohjaisten karttojen kontekstissa. Laadullinen tutkimus pohjautuu induktiiviseen päättelyyn eli yksittäisen tilanteen yleistettävyyteen (Williams, 2007). Tämä sopi hyvin käytössä olleelle pienelle otantajoukolle.

Laadullinen tutkimus suoritettiin hyödyntäen saavutettavuustutkimuksissa suosittua käyttäjätestausta sekä puolistrukturoitua haastattelua. Käyttäjätestaus perustuu ääneen ajattelun (TAP) menetelmään. TAP tulee sanoista Thinking Aloud Protocol (Ericsson & Simon, 1998). Se on yleinen menetelmä juuri ohjelmistojen käytettävyyden ja saavutettavuuden tutkimiseen (Roberts & Fels, 2006). Tässä tutkimuksessa käytettiin yleisintä TAP-menetelmää eli samanaikaista TAP-menetelmää (Martin ym., 2012). Siinä koehenkilöiden tehtävä on keskittyä heille annettuun tehtävään ja suorittaessaan tehtävää itsenäisesti tulee heidän niin sanotusti ajatella ääneen (Ericsson & Simon, 1998). Toisin sanoen koehenkilön tulee pukea sanoiksi ajatuksensa, tunteensa ja toimintansa suorittaessaan tehtävää paljastaen näin samalla tutkittavan käyttöliittymän piirteitä, jotka esimerkiksi ilahduttavat, turhauttavat ja hämmentävät (Martin ym., 2012). TAP perustuu siihen, että koehenkilö sanallistaa ajatuksensa, mielipiteensä ja tunteensa ääneen sen sijaan, että hän kuvailisi tai selittäisi niitä muille (Ericsson & Simon, 1998). Yleensä kuvaillessa ja selittäessä ajatteluaan käyttäjien suoritus paranee. TAP auttaa siis saamaan mahdollisimman autenttiset tulokset käyttäjän arkipäiväisistä tilanteista. (Roberts & Fels, 2006.) Sen tarkoitus on tuottaa tietoa siitä, mitä tapahtuu eikä siitä miksi tietty asia tapahtuu (Martin ym., 2012). TAP kokeen tarkkailija ei puutu koehenkilön suoritukseen ollenkaan. Hänen tehtävänsä on toimia tarkkailijana ja havainnoijana sekä muistuttaa tarpeen ollen koehenkilöä tuottamaan ajatuksiaan ääneen, mikäli hän on pitkään hiljaa eri toimintojen välissä. TAP voidaan jakaa eleiseen ja kognitiiviseen malliin. Tässä tutkimuksessa hyödynnetään molempia. Toisin sanoen kokeen tarkkailija ottaa huomioon sekä koehenkilön tuottaman puheen että hänen elekielensä kokeen aikana. (Roberts & Fels, 2006.) TAP on käytetty testaamaan hypoteeseja tai muodostamaan niitä alueista, joista ei vielä ole paljoakaan tutkimuksia. Tässä

tutkimuksessa pyrittiin testaamaan kirjallisuuskatsauksessa esiin nousseita teorioita ja samalla luomaan uusia hypoteeseja, sillä saavutettavuuden tutkimus on vielä alkutekijöissään.

Koska TAP:ssa koehenkilön ei ole tarkoitus selittää tekemäänsä koetta valvovalle henkilölle, on puolistrukturoidut haastattelukysymykset tunteiden selittämisen vuoksi oleellisia (Ericsson & Simon, 1998). Puolistrukturoitujen haastattelukysymysten avulla pyritään saamaan lisätietoa aihealueesta ylipäättänsä syventäen ja linjaten käyttäjätestauksesta nousutta tietoa. Puolistrukturoituja haastatteluja käytetäänkin tukemaan havainnointiin perustuvia empiirisiä tutkimuksia (Schmidt, 2004). Niiden avulla haluttujen demografisten tietojen kerääminen sekä erityisesti käyttäjien subjektiivisten näkökulmien tallentaminen on mahdollista, mikä tässä tutkimuksessa on oleellista. Puolistrukturoidussa haastattelussa kysymykset ovat etukäteen laadittuja, mutta vastausvaihtoehtoja ei ole. Sitä on käytetty yleisesti erityisesti teemoihin, joita ei ole tutkittu paljoa. (Schmidt, 2004.)

5.2.2 Otanta

Tutkimuksen aiheen ollessa verkkopohjaisten karttojen saavutettavuushaasteet, tutkimuksen otos rakentuikin henkilöistä, joille saavutettavuus on välttämätöntä tai iso apu verkkosivuilla toimiakseen. Otos valikoitui kirjallisuuskatsauksessa esiin nousseen teoriapohjan perusteella rajautuen fyysisiä ja kognitiivisia rajoitteita omaaviin käyttäjiin. Otannasta haluttiin mahdollisimman kattava ja laaja rajoiteryhmien osalta, joten otantaan pyrittiin saamaan koehenkilöitä eri fyysisten ja kognitiivisten rajoitteiden perusteella. Kirjallisuuskatsauksessa luodun viitekehäyksen pohjalta otantaan tuli kuulua koehenkilöitä kolmesta eri rajoite ryhmästä. Ne olivat näkörajoitteiset sekä motorisia- ja kognitiivisia rajoitteita omaavat. Jokaisesta ryhmästä valittiin 2–4 koehenkilöä, joilla oli pääsääntöisesti keskenään erilaisia rajoitteita. Näkörajoitteisista käyttäjistä valittiin isoin otanta, sillä heillä havaittiin olevan eniten haasteita verkkopohjaisten kartta-alustojen käytössä.

Toinen otokseen vaikuttava tekijä oli koehenkilöiden kokemus verkkopohjaisten käyttöliittymien käytöstä ja verkkopohjaisista kartoista. Otos rakentui siis koehenkilöistä, jotka ensinnäkin käyttävät verkkosivuja/-palveluita säännöllisesti ja jotka ovat joskus käyttäneet jotain verkkopohjaista kartta-alustaa. Tällä suodatettiin otannasta pois henkilöt, jotka tarvitsisivat opastusta ylipäättänsä verkkosivuilla liikkumisen kanssa ja verkkosivujen käyttöä helpottavien apuvälineiden kanssa.

Henkilöitä pyrittiin ottamaan otantaan eri ikä ja sukupuoliryhmistä luoden mahdollisimman kattava ja yleistettävä koehenkilöryhmä. Kattavuudella haluttiin vaikuttaa siihen, että demografisilla tekijöillä ei olisi merkittävää vaikutusta tutkimuksen tulosten kannalta. Koska tutkimus suoritettiin laadullisena kokeellisena tutkimuksena ei otanta voinut olla kovin suuri käytettävissä olevien aika- ja henkilöresurssien takia.

Otannan keruumenetelmäksi valittiin todennäköisyysotantaa ja ei-todennäköisyysotantaa hyödyntävä kiintiöpoiminta (engl. quota sampling). Ei-

todennäköisyysotantaa hyödynnetään usein kvalitatiivisissa tapaustutkimuksissa, jotka keskittyvät pieniin otoksiin tarkastellen tiettyjä tosielämän ilmiöitä (Taherdoost, 2016). Se ei kuitenkaan tuota aitoa otantaa, sillä siihen liittyy niin sanottu valikoitumisharha (Tilastokeskus, 2007, s. 59). Rajallisten aikaresurssien takia todennäköisyysotantaan liittyvää ositettua satunnaisotantaa ei voitu kuitenkaan suoranaisesti toteuttaa. Koska otanta oli myös pieni, olisi ositettu satunnaisotanta tullut haasteeksi. (Taherdoost, 2016.) Tämän takia päädyttiin välimuoratarkaisuun eli kiintiöpoimintaan.

Otannan määrittämisessä hyödynnettiin ensin osittaisen satunnaisotannan ryhmittelyä, jossa perusjoukko jaettiin segmentteihin rajoiteryhmiä perusteella. Segmenttejä olivat näkövammaiset, kognitiivisia rajoitteita omaavat ja motorisia rajoitteita omaavat. Tämän jälkeen hyödynnettiin kiintiöpoimintaa, jossa koehenkilöt valitaan heidän tiettyjen ominaisuuksien perusteella niin, että lopullisella otoksella on sama ominaisuusjakauma kuin laajemmalla populaatiolla (Taherdoost, 2016). Haluttu ominaisuusjakauma perustui kirjallisuuskatsauksessa luotuun teoriaviitekehukseen ja aiempiin tutkimuksiin. Tässä tutkimuksessa haluttiin näkövammaisten ryhmästä otantaan heikkonäköinen, värisokea ja yksi tai kaksi sokeaa. Kognitiivisesti rajoitteisiin kaivattiin ikääntynyt henkilö, jolla oli havaittavissa iän mukanaan tuomia kognitiivisia rajoitteita sekä henkilöt, joista toisella oli havainnointi tai hahmottamisvaikeuksia ja toisella joko ADHD tai ADD. Motorisesti rajoittuneisiin etsittiin kaksi henkilöä, joilla tuli olla käsien vapinaa/ tärinää, lihasvoiman puutetta tai haasteita kontrolloida käsien liikettä. Yhteensä otantaan haettiin siis 8–9 koehenkilöä. Alla olevassa taulukossa (taulukko 2) on esitettyä tutkimukseen osallistuneiden koehenkilöiden iät, sukupuolet, vammat sekä teknologia tottumukset.

TAULUKKO 2 Tutkimukseen osallistuneet koehenkilöt

Koehenkilö	Rajoiteryhmä	Vamma	Sukupuoli	Ikä	Kuinka usein käyttää tietokoneita	Kuinka usein käyttää verkkopohjaisia karttoja
1.	Kognitiiviset rajoitteet	Ikääntymiseen liitettyt kognitiiviset rajoitteet	Mies	72	Päivittäin	Viikoittain
2.		Hahmottamisvaikeus	Nainen	62	Päivittäin	Kuukausittain
3.		ADHD/ Lievä lukihäiriö	Nainen	23	Päivittäin	Viikoittain
4.	Motoriset rajoitteet	Essentiaalivapina (invalidisoiva)	Mies	41	Päivittäin	Harvemmin kuin kuukausittain
5.		Käsien vapina/ Lievä lihasvoiman puute	Mies	85	Päivittäin	Kuukausittain
6.	Näkörajoitteet	Punaviher värisokeus	Mies	22	Päivittäin	Viikoittain

7.		Sokea (syntymästä asti)	Mies	51	Päivittäin	Päivittäin
8.		Sokea (syntymästä asti)	Mies	58	Päivittäin	Kuukausittain
9.		Heikkonäköinen (etenevä silmän-pohjan rappeuma)	Mies	51	Päivittäin	Päivittäin

5.3 Käyttäjätestauksen toteuttaminen ja aineiston keruu

Aineisto kerättiin alku kesästä 2022 tutkimukseen suostuneille sopivana ajankohdana. Valittuun otantajoukkoon oli aiemmin oltu yhteydessä sähköpostin ja puhelimen välityksellä sopien käyttäjätestaukseen osallistumisesta, sen toteutustavasta sekä toteuttamisen ajankohdasta. Tässä kohtaa varmistettiin myös, että koehenkilö käyttää aktiivisesti internetiä ja on joskus toiminut jollain kartta-alueella. Koehenkilöt löydettiin ottamalla ensin yhteyttä eri vammaisliittoihin ja järjestöihin, joista saatiin vapaaehtoisten yhteystiedot, ja jota kautta heihin voitiin olla yhteydessä.

Koehenkilöt suorittivat kokeet porrastetusti kahden viikon sisällä, jolloin tuloksia päästiin analysoimaan samanaikaisesti. Kokeet olivat mahdollista suorittaa joko läsnä tai etäyhteyden välityksellä. Molemmissa tapauksissa kokeen nauhoittamiseen ja tallentamiseen hyödynnettiin Zoom-sovellusta ja sen ominaisuuksia. Kokeen ollessa käynnissä, tuli koehenkilön jakaa näyttöä sekä pitää kamera ja mikrofoni päällä. Zoom-istunto nauhoitettiin. Tutkimuksessa oli siis tärkeää saada tallennettua sekä käyttäjän liike verkkoalustalla että hänen ilmeensä, eleensä, äänensä/puheensa. Tällöin tulosten kirjaaminen ja analysointi helpotuitivat. Molemmissa tapauksissa koehenkilöt käyttivät omaa konettaan ja halua maansa selainta. Näin välttyttiin siltä, että tuloksia väärentäisi mahdollinen teknologian tuntemattomuus. Kokeet tuli suorittaa tietokoneella tai tabletilla hyödyntäen karttojen selainpohjaisia versioita sovellusten sijaan. Puhelinta ei hyväksytty kokeen suorittamiseen, sillä siinä näyttö skaalautuu hyvin eri tavoin ja käyttöliittymä poikkeaa merkittävästi PC laitteen käyttöliittymästä. Kokeista neljä suoritettiin läsnä ja loput viisi etänä.

Kokeen aluksi koehenkilön tuli suostua siihen, että koetuloksia käytetään tutkimustarkoitukseen anonymisti, koetilanne nauhoitetaan ja tallennetaan sekä kerätty aineisto hävitetään GDPR-asetuksen mukaisesti. Koehenkilöiltä kerätään aloitustietoina ikä, sukupuoli, vamma sekä kuinka usein käyttää Internetiä ja kuinka usein hyödyntää verkkopohjaisia karttoja. Kokeen alussa kerrottiin myös lyhyesti tutkimuksesta, sen taustasta ja tarkoituksesta. Alussa käytiin läpi myös kokeen toteutustapa ja kerrottiin ohjeet kokeen suorittamiseen onnistuneesti. Koehenkilöille annettiin tarvittaessa myös harjoitustehtävä, jossa he saivat totutella TAP-menetelmään. Harjoitustehtävän idea on harjoittaa koehenkilöitä kohdistamaan huomionsa annettuun tehtävään samalla, kun he puhuvat ajatukseensa ääneen (Ericsson & Simon, 1998).

Alkuselostuksen jälkeen koehenkilöt saivat yhden tehtävälapun kerrallaan sähköisessä viestimuodossa. Sokeiden koehenkilöiden käyttäjätestauksissa kokeen toteuttaja luki tehtävät ääneen heille. Jokaisen tehtävän yhteydessä koehenkilöt saivat myös linkin tai osoitteen verkkosivulle, jossa koe suoritettiin. Tehtävät jokaiseen osioon luotiin kirjallisuuskatsauksessa nousseiden tulosten perusteella huomioiden joka tehtäväosiossa kaikki kolme rajoiteryhmää ja heidän yleisesti kohtaamiaan haasteita. Jokainen tehtävän ratkaisemiseen johtava tehtäväpolku sisälsi siis joitakin aiemmin havaittuja saavutettavuushaasteisiin johtaneita toimintoja. TAP-menetelmässä tarkoitus on luoda tehtävistä realistisia arkipäivän tilanteita (Martin ym., 2012).

Tehtävä osioita oli yhteensä kolme eli yksi jokaista tutkimukseen mukaan valittua karttatyypin kohden. Ensimmäinen tehtäväosio sisälsi kolme tehtävää, toinen kaksi ja kolmas yhden. Ensimmäinen tehtäväosio oli laajin, sillä se mittasi kahta karttatyypin, interaktiivisia sekä jatkuvaa tietoa sisältäviä karttoja. Koehenkilön suoritettua ensimmäinen tehtäväosio onnistuneesti tai epäonnistuneesti sai hän seuraavan tehtävän ja uuden linkin seuraavalle verkkosivulle. Käyttäjätestaus loppui, kun kaikki kolme tehtäväosiota oli suoritettu. Jokainen koehenkilö suoritti samat tehtävät samoilla koealustoilla. Näin tulosten vertaileminen oli mahdollista. Tehtävien aikana koehenkilöt eivät saaneet apua, mutta mikäli tehtävä ei millään lähtenyt liikenteeseen saattoivat he saada pienen vinkin. Vinkin antaminen huomioitiin tuloksissa.

Jokaisen tehtäväosuuden lopussa koehenkilöiltä kysyttiin myös muutama puolistrukturoitu haastattelukysymys ennen, kun he saivat siirtyä seuraavan tehtäväosion pariin. Puolistrukturoiduilla haastattelukysymyksillä pyrittiin vielä keräämään lisää aineistoa koehenkilöissä heränneistä tunteista ja kokemuksista heidän vuorovaikuttaessaan verkkopohjaisten karttojen kanssa. Haastattelukysymyksien avulla pyrittiin myös löytämään ratkaisuja esiin nousseisiin haasteisiin.

Ensimmäinen tehtäväosio käsitteli interaktiivisia ja jatkuvaa tietoa sisältäviä verkkopohjaisia kartta-alustoja. Toisessa tehtäväosiossa koehenkilöt suorittivat tehtäviä temaattisella kartta-alustalla. Viimeinen tehtäväosio käsitteli verkkopohjaisia maastokarttoja. Tutkimukseen valittujen karttojen tuli täyttää muutamia saavutettavuusvaatimuksia, jotta niiden käyttö oli edes jollain tasolla mahdollista kaikille tutkimukseen valituille rajoiteryhmille. Karttojen suurimpaan osaan toiminnallisuuksista tuli päästä käsiksi hiiren lisäksi myös näppäimistökomentojen avulla ja niitä tuli voida käyttää ruudunlukijan avulla. Tutkimukseen valitut kartat olivat: Google Maps -alustan peruskartta ja satelliittikuva näkymä, Google Maps -alustan liikenne ja pyöräily teemakartat, Paikkatietoikkunan maastokartta. Koko käyttäjätestin runko tehtäväosioineen on esitetty tutkielman liitteissä (liite 1).

Aineiston ollessa nauhoitetussa muodossa, voitiin se purkaa kokeen jälkeen. Näin ollen koetilanteessa observoijalle ei tullut kiire kirjata ylös kaikkea saatua informaatiota. Myös mahdollisilta kiireen aiheuttamilta virheiltä vältyttiin. Tallennettu ja nauhoitettu muoto mahdollisesti myös aineistoon pariin uudelleen paluun ja vaihe vaiheelta sen analysoinnin. Tallennettu muoto helpotti etenkin

koehenkilöiden emotionaalisten ilmaisujen kuten huokauksien ja kulmien kurtistamisen huomioimisen tuloksissa. Aineisto litteroitiin eli purettiin kirjalliseen muotoon vasta käyttäjätestauksen jälkeen. Kun kaikki aineisto oli kerätty ja purettu, lähdettiin käyttäjätestejä analysoimaan samanaikaisesti. Seuraavassa alaluvussa käsitellään enemmän aineiston analysointia.

5.4 Aineiston purkaminen ja analyysi

Ääneen ajattelun menetelmässä koehenkilön ja ohjelmiston välinen vuorovaikutus on yleensä videonauhoitettu, jotta koehenkilön toiminta ja puhe saadaan tallennettuun muotoon, mistä aineistoa on myöhemmin helpompi analysoida (Roberts & Fels, 2006). TAP-menetelmän pohjalta kerätyn datan analysointi aloitetaan purkamalla tallennetut nauhat tekstimuotoon, josta aineistoa lähdetään analysoimaan useista eri näkökulmista (Kussmaulin & Tirkkonen-Conditiin, 1995).

Tässä tutkimuksessa käyttäjätestauksessa kerätyn datan purkaminen aloitettiin litteroimalla jokainen käyttäjätestaus erikseen. Litteroimalla tallennetut nauhat saatiin käyttäjätestaukset tekstimuotoon, josta analyysin tekeminen oli helpompaa. Datan analysointi tapahtui Word-tekstinkäsittelyohjelmalla. Litteroinnissa käyttäjien toiminta kartta-alustoilla, puhekielinen monologi, tauot sekä emotionaaliset eleet, kuten huokaukset ja ihmettelevät ilmeet muutettiin tehtävittäin tekstimuotoon. Sana sanalta käyttäjien puhetta ei litteroitu, sillä se koostui lähinnä yksittäisistä sanoista tai muutaman sanan ketjuista eikä kokonaisista järkeväisistä lauseista. Poikkeuksena oli lyhyet haastattelut tehtäväosioiden välissä, jotka pystyttiin litteroimaan sana sanalta. Alkutietoina kerätyistä demograafisista tiedoista hyödynnettiin tulosten analysoinnissa vain tiedot vammoista. Muita käyttäjistä kerättyjä henkilökohtaisia tietoja käytettiin vasta tutkimuksen validiteetin arvioinnissa. Litteroinnin tuloksena syntyi analysoitavaa tekstiä yhteensä 32 sivua.

Aineiston valmistuttua ja muutettua se kirjalliseen muotoon, voitiin sitä alkaa analysoidaan yhdessä koehenkilöiden rajoitteiden kanssa. Kussmaulin & Tirkkonen-Conditiin (1995) mukaan TAP-menetelmän tulokset voidaan analysoida kahdella tapaa. Toinen tavoista on tulkita tuloksia onnistuneiden prosessien kautta ja toinen epäonnistuneiden prosessien kautta. Koska tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään verkkopohjaisten karttojen saavutettavuushaasteita, keskityttiin pääsääntöisesti epäonnistuneisiin prosesseihin nostoen sieltä esiin sekä pinta- että piiloilmiöitä. Pintailmiöt kuten huokaukset ja pidemmät tauot tehtävää suorittaessa on yleensä helppo havaita (Kussmaulin & Tirkkonen-Conditiin, 1995). Piiloilmiöt taas vaativat enemmän analyysiä, mutta saattavat tuottaa arvokkaampia tuloksia tutkimuksen kannalta (Kussmaulin & Tirkkonen-Conditiin, 1995). Onnistuneita prosesseja ja ratkaisuja epäonnistuneisiin prosesseihin pyrittiin nostamaan puolistrukturoiduidista haastatteluista.

Epäonnistuneiden prosessien havaitsemiseen hyödynnettiin tehtäväanalyysiä, jota Ericssonin & Simonin (1998) mukaan TAP-menetelmän analysointi aina vaatii. Tehtäväanalyysiä hyödynnettiin, sillä se ei suoranaisesti kuvaile

toimintoja tai kognitiivisia prosesseja vaan keskittyy systemaattisena menetelmänä selvittämään käyttäjien suorituskyvyn ongelmia (Martin ym., 2012). Ongelmien ja haasteiden selvittäminen oli tämän tutkielman yksi tutkimuskysymyksistä. Tässä tutkimuksessa hyödynnetään hierarkkista tehtävä analyysiä. Siinä päätavoite on tunnistaa ja käsitellä tekijät, jotka aiheuttavat suurimman virhevarianssin. Niitä voivat olla joko käyttöliittymä, käyttäjä tai mikä tahansa niiden vuorovaikutuksessa tunnistettava piirre, kuten näytön näkyvyys, säätimien dynamiikka, tarvittavien päätösten monimutkaisuus ja muut fyysiset ja psyykkiset piirteet. Hierarkkisessa tehtäväanalyysissä aineistoa lähdetään analysoimaan niin sanotusti ylhäältä alas eli tutkimalla ensin korkean tason tavoitteita ja jakamalla ne sitten yhä pienempiin tehtävän osatavoitteisiin. Etsimällä osatavoitteita, jotka on vaikeampi saavuttaa ja jotka siksi rajoittavat tai jopa estävät yleistavoitteen saavuttamisen, voidaan havaita virheitä ja etsittyjä ongelmakohtia. (Annett, 2003.) Tosin sanoen tehtäväanalyysissä käyttäjien suoriutumista tietystä tehtävästä analysoidaan tehtävän sisältämien vaiheiden avulla. Vaihe vaiheelta käyttäjien arviointi helpotti nostamaan esiin epäonnistuneita prosesseja. Koska tässä tutkimuksessa on tarkoitus tarkastella verkkopohjaisten kartta-alustojen sisältämiä saavutettavuushaasteita eikä käyttäjien strategista toimintaa, ei osatavoitteita ja useita eri vaihtoehtoisia tehtäväpolkuja tarvinnut määritellä kovin yksityisellä tasolla. Alla olevassa taulukossa (taulukko 3) on esitetty käyttäjätestauksen tehtävien vaiheet eli yleistavoitteet ja osatavoitteet, jotka toteuttamalla käyttäjä suoriutuu tehtävistä ja joiden avulla epäonnistuneita prosesseja havainnointiin. Käyttäjätestauksen tehtävät toimivat yleistavoitteina.

TAULUKKO 3 Tehtäväanalyysissä hyödynnetyt käyttäjätestauksen yleis- ja osatavoitteet

Yleistavoite	Osatavoitteet
1.1a Olet matkalla Hangosta Joensuuhun. Etsi lyhin reitti autolla matkustettuna? Kuinka kauan matkaan kuluu ja montako kilometriä matka on?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Etsi Reittiohjeet/Haku -painike 2. Aseta Lähtö ja Määränpää 3. Hae reitti 4. Tulkitse karttaa/hakutulosta
1.1b Päätätkin poiketa matkalla Hangosta Joensuuhun hakemaan kaverisi Jyväskylästä kyytiin. Tapaatte Jyväskylän Matkakeskuksella. Kuinka pitkä matka on Hangosta Joensuuhun, kun koukkaa Jyväskylän Matkakeskuksen kautta (ilmoita matkaan kuluva aika ilman liikennettä)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lisää pysähdys 2. Etsi ja aseta oikea osoite 3. Tulkitse karttaa/hakutulosta 4. Etsi tarkka tieto hakutuloksista
1.1c Olette vihdoon saapuneet Joensuuhun. Mietitte, minne voisitte parkkeerata auton. Etsi Joensuun keskustasta parkkipaikka, joka on saanut parhaat arviot. Siirry sitten katunäkymään (Street view). Katso, mitkä ovat parkkipaikan liikenne merkin säännöt. Pitääkö parkista maksaa ilta kuuden jälkeen?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Etsi luettelo Joensuun parkkipaikoista 2. Etsi arvostelut 3. Löydä paras arvostelu (vieritä valikkoa alas) 4. Siirry kohteen katunäkymään 5. Etsi liikennemerkki panoroimalla/liikkumalla näkymässä 6. Lue liikennemerkin säännöt
1.2 Kuuluuko "Harkujärve" Tallinnaan? Entä "Harku järv"?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Etsi hakukenttä 2. Hae hakusanalla Harkujärve 3. Tulkitse karttaa/hakutulosta

	4. Toista sama hakusanalle Harku järvi
1.3 Minkä värinen auto on "Lohjantie 29, Vihti" pihalla? (Vinkki: Hyödynnä satelliittikuvaa ja 2D-näkymää)	1. Etsi hakukenttä 2. Hae osoite 3. Etsi satelliittinäkömää-painike 4. Tulkitse karttaa (hyödynnä Zoomia)
2.1 Valitse kartan alareunasta "Tasot" --> "Pyöräily". Millaiseksi pyörätieksi "Maariankatu" Turussa on määritelty?	1. Etsi painike "Tasot" 2. Valitse "Pyöräily" 3. Etsi hakukenttä 4. Hae osoite 5. Tulkitse karttamääritteitä
2.2 Valitse kartan alareunasta "Tasot" --> "Liikenne". Millainen on tyypillinen liikenne Turussa Piispankadun ja Tehtaankadun risteyksessä keskiviikkoisin kello 12:00?	1. Etsi painike "Tasot" 2. Valitse "Liikenne" 3. Etsi hakukenttä 4. Hae osoite 5. Valitse kartan alareunasta tyypillinen liikenne 6. Valitse keskiviikko ja klo 12 7. Tulkitse karttamääritteitä
3.1 Hae hakukentästä hakusanalla "Mustalamppi". Valitse esiin tulleista vaihtoehdoista kunta "Leppävirta" ja tyyppi "talo". Etsi sen jälkeen "Mustanlampi". Kuinka monta jokea siitä lähtee/siihen laskee?	1. Etsi hakukenttä 2. Hae annetulla hakusanalla 3. Vieritä tuloksia ja valitse oikea kohde 4. Etsi kartalta Mustanlampi 5. Zoomaa lampeen ja laske joet

Epäonnistuneiden prosessien havaitsemisen jälkeen tiedon kokoamiseen hyödynnettiin koodaamista. Koodaaminen on luonteeltaan yksinkertaistamistyyppinen, jonka tarkoituksena on tunnistaa datasta luokkia, joihin datasta löydettyjä yhtäläisyyksiä voidaan sijoittaa (Kaplan & Maxwell, 2005; Yongqi, 2014). Koodauksen toteuttamiseen käytettiin Auerbachin & Silversteinin (2003) suosittamaa kerätyn datan ryhmittelyä ja ryhmien analysointia omina kokonaisuuksina. Ryhmittely helpottaa yhdenmukaisuuksien löytymistä ja datan läpikäymistä (Auerbach & Silverstein, 2003).

Laadullista aineistoa voidaan lähteä analysoimaan hyödyntäen monenlaisia tekniikoita (Hirsjärvi & Hurme, 2000, s. 136). Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin koodatun datan teemoittelua ja sitä kautta aineiston vertailua. Teemoitteluun hyödynnettiin teorialähtöistä sisällönanalyysia. Teorialähtöisessä sisällönanalyysissä hyödynnetään aiemmin aiheesta tehtyjä tutkimustuloksia, joiden pohjalta aineistoa lähdetään analysoimaan (Tuomi & Sarajarvi, 2010, s. 112). Tässä tutkimuksessa teoreettisena viitekehystenä toimi tutkielman kirjallisuuskatsaus ja siinä havaitut karttatyyppit sekä saavutettavuushaasteita aiheuttavat näölliset-, kognitiiviset ja motoriset rajoitteet.

Konkreettisesti analysointi toteutettiin nostamalla esiin epäonnistuneita prosesseja litteroidusta tekstimuotoisesta datasta koehenkilö ja käyttäjätestauksen tehtävä kerrallaan. Epäonnistuneiksi prosesseiksi laskettiin, pitkät tauot tehtävää suorittaessa, eksyminen tehtäväpolulta, negatiivisia tunteita herättävät tilanteet sekä tilanteet, joihin tehtävän suorittaminen saattoi päättyä ennenaikaisesti. Epäonnistuneet prosessit koodattiin verkkosivujen näkökulmasta eli epäonnistuneiden prosessien aiheuttavat tekijät ryhmiteltiin. Epäonnistuneita prosesseja

aiheuttavat tekijät eli haasteet ryhmiteltiin teemoittain. Haasteet koodattiin yhteen luokiksi ensin yksilö ja käyttäjätestauksen tehtävätasolla, josta niitä lähdettiin yleistämään aina rajoiteryhmä ja karttatyyppi tasolle. Teemoittelu pohjautui kirjallisuuskatsauksessa luotuun viitekehykseen ja sen pohjalta luotuun käyttäjätestauksen runkoon sekä tutkimuksen tutkimuskysymyksiin. Teemoittelun pohjalta voitiin suorittaa havaittujen haasteluokkien vertailua eri karttatyyppien, koehenkilöiden vammaryhmien sekä kognitiivisen, motorisen ja näkörajoite ryhmän välillä. Lopuksi haasteita verrattiin litteroidun puolistrukturoidun haastattelun tuloksiin. Vertailulla pyrittiin ymmärtämään saatuja tuloksia ja tarkistamaan, oliko tulokset ristiriidassa keskenään. Myös muista poikkeaviin huomioihin kiinnitettiin huomiota ja pohdittiin syitä niiden taustalla. Yleistettyjen haasteiden sekä puolistrukturoidussa haastattelussa nousseiden ajatusten pohjalta voitiin luoda ratkaisuehdotuksia havaittuihin haasteisiin sekä jatkotutkimusaiheita. Onnistuneiden prosessien yhteydessä tarkasteltiin myös toimintatapoja, joita koehenkilöt käyttivät suoriutuakseen tehtävistä. Onnistuneista tavoista etsittiin ratkaisuja saavutettavuuden parantamiseksi.

6 TUTKIMUSTULOKSET

Tässä luvussa esitetään käyttäjätestauksessa kerätyt tulokset. Tulokset on esitetty hyödyntäen käyttäjätestauksen tehtäväosioden runkoa eli tutkimuksen teoreettista viitekehystä. Tulokset esitetään yksittäisistä havainnoista yleistettäviin huomioihin vertaillen rajoiteryhmien koehenkilöiden haasteita keskenään sekä yhdessä toisiin rajoiteryhmiin verrattuna.

Tutkimus toteutettiin käyttäjätestauksena, joka pohjautui kirjallisuuskat-sausosiossa luotuun teoreettiseen viitekehukseen. Tutkimuksessa kerätty data koostuu yhdeksän eri koehenkilön suorittamissa tehtävissä nousseista haasteista. Tehtäväosioita oli yksi jokaista karttatyypistä kohden ja tehtäviä yhteensä oli kahdeksan. Tutkimuksen koehenkilöt edustivat tutkimuksessa yksilötasoa laajempaa ryhmää, joka oli tarkastelunäkökulmasta riippuen joko jokin tietty vamma-ryhmä tai sitäkin laajempi rajoiteryhmä. Tarkasteltavia rajoiteryhmiä tutkimuksessa oli kolme: kognitiiviset rajoitteet, motoriset rajoitteet ja näkörajoitteet. Kognitiivisiin rajoitteisiin kuului kolme koehenkilöä, motorisiin rajoitteisiin kaksi ja näkörajoitteisia koehenkilöitä oli kolme. Alla on listattu kaikki yhdeksän koehenkilöä nimettynä vammojen mukaan ja jaoteltuna rajoiteryhmittäin. Listan koehenkilöiden järjestysluku vastaa edellisessä luvussa esitetyn otantataulukon (taulukko 2) koehenkilöiden järjestyslukuja. Tuloksissa käytetään listauksessa koehenkilöihin liitettyjä vammojen lyhyitä nimikkeitä kuvaamaan koehenkilöitä, jotta yleistettyjen kategorioiden tarkastelu olisi helpompaa.

Koehenkilöt:

- **Kognitiiviset rajoitteet:**
 1. koehenkilö = Ikääntynyt
 2. koehenkilö = Hahmottamisvaikeus
 3. koehenkilö = ADHD
- **Motoriset rajoitteet:**
 4. koehenkilö = Essentaalivapina
 5. koehenkilö = Vapina

- **Näkörajoitteet:**
 6. koehenkilö = Punavihersokeus
 7. koehenkilö = Sokea1
 8. koehenkilö = Sokea2
 9. koehenkilö = Heikkonäköinen

6.1 Käyttäjätestin tehtävien suorittaminen

Tutkimuksessa käyttäjätestauksessa kerättyä dataa alettiin analysoimaan epäonnistuneiden prosessien kautta. Epäonnistuneet prosessit olivat yksinkertaisesti koehenkilöiden kohtaamia haasteita heidän suorittaessaan käyttäjätestauksen tehtäviä. Koehenkilöiden tuli suorittaa tehtäviä itsenäisesti ja puhua samalla äänen omia ajatuksiaan, tuntemuksiaan ja toimintaansa. Mikäli koehenkilö jumiutui täysin tehtävien alkuun, saivat he johdattelevia vihjeitä tehtävän suorittamiseen. Tehtävät oli suunniteltu teoreettisen viitekehyksen pohjalta niin, että tehtävät sisälsivät aiemmin kirjallisuudessa tunnistettuja karttojen saavutettavuushaasteita. Epäonnistuneiksi prosesseiksi eli haasteiksi laskettiin muun muassa pitkät tauot tehtävää suorittaessa, poikkeaminen tehtäväpolulta, negatiivisia tunteita herättävät tilanteet sekä tilanteet, joihin tehtävän suorittaminen saattoi päättyä ennenaikaisesti.

Tutkimuksessa huomattiin, että osa tehtävistä tuotti enemmän haasteita kuin toiset ja joillekin rajoiteryhmille tehtävät olivat selkeästi vaativampia. Kaiken kaikkiaan neljä yhdeksästä koehenkilöstä pääsi kaikki kahdeksan tehtävää loppuun asti. Näistä neljästä kuitenkin vain kaksi koehenkilöä suoriutui kaikista tehtävistä itsenäisesti ilman vihjeitä. Ainoastaan ensimmäinen tehtäväosio sisälsi tehtäviä, jotka kaikki koehenkilöt pääsivät loppuun asti. Vastaavasti ensimmäinen tehtäväosio sisälsi myös tehtävän, jossa keskeytyksiä tuli eniten. Tehtävien keskeytysten ja vihjeiden antamisen perusteella toinen ja kolmas tehtäväosio olivat keskimäärin huomattavasti vaikeammat kuin ensimmäinen tehtäväosio. Toisen ja kolmannen tehtäväosion välillä ei ollut merkittävää eroa.

Vammoja ja rajoiteryhmiä tarkastellessa eniten keskeytyksiä tuli näkörajoitteisten keskuudessa ja toiseksi eniten kognitiivisiin rajoitteisiin kuuluvien keskuudessa. Parhaiten rajoiteryhmänä tehtävät loppuun suoritettiin motorisiin rajoitteisiin kuuluvat. Eniten keskeytyksiä tuli täysin sokeilla, mutta lähes yhtä paljon merkittäviä haasteita kohtasi hahmottamisvaikeudellinen koehenkilö. Näkörajoitteiset eivät kuitenkaan tarvitse vihjeitä läheskään yhtä paljon kuin kognitiivisiin rajoitteisiin kuuluvat. Toisin sanoen näkörajoitteiset koehenkilöt joko suoriutuivat tehtävistä lähes ilman vihjeitä tai eivät päässeet loppuun ollenkaan, kun taas kognitiivisiin rajoitteisiin kuuluvat tarvitsivat lähes joka tapauksessa vihjeitä päästessään tai ei päästessään tehtäviä loppuun. Tästä voidaan päätellä, että näkörajoitteiset toimivat käyttöliittymällä hyvin, kunnes eteen tulee täysin tietoon pääsemätön elementti. Eniten vihjeitä annettiin kognitiivisesti rajoittuneille koehenkilöille. Itsenäisimmin tehtävät suoritettiin loppuun

essentiaalivapinan omaava koehenkilö sekä punavihersokea. Merkittävimpiä eroja rajoiteryhmien sisällä oli näkörajoitteisissa, missä punavihersokea suoritti kaikki tehtävät loppuun ilman vihjeitä ja vastaavasti sokeilla koehenkilöillä jäi viisi kahdeksasta tehtävästi kesken.

Ilman vihjeitä tehtävistä suoriutuminen ei kuitenkaan korreloi siihen, että tehtävissä ei olisi tullut niin sanottuja virheitä tai epäonnistuneita prosesseja. Tehtävien suorittaminen loppuun antaa kuitenkin osviittaa haasteiden tasosta. Alla olevassa taulukossa (taulukko 4) on esitetty koehenkilöiden tehtäväkohtainen suoriutuminen tehtävistä. Koehenkilöt on jaoteltu ei tehtävää loppuun päässeisiin, yhden tai useamman vihjeen avulla tehtävän loppuun päässeisiin ja ilman vihjeitä tehtävän suorittaneisiin. Koehenkilöt on taulukossa värikoodattu rajoiteryhmien perusteella punaisen ollessa kognitiiviset rajoitteet, vihreän ollessa motoriset rajoitteet ja violetin ollessa näkörajoitteet.

TAULUKKO 4 Koehenkilöiden suoriutuminen käyttäjätestauksen tehtävistä

Tehtävä	Pääsee tehtävän loppuun ilman vihjeitä	Pääsee tehtävän loppuun yhden tai useamman vihjeen avulla	Ei pääse tehtävää loppuun
1.1a	ADHD Hahmottamisvaikeus Essentiaalivapina Vapina Punavihersokeus Heikkonäköinen Sokea2	Ikääntynyt Sokea1	
1.1b	Essentiaalivapina Punavihersokeus Heikkonäköinen	ADHD Ikääntynyt Vapina Sokea1 Sokea2	Hahmottamisvaikeus
1.1c	ADHD Essentiaalivapina Punavihersokeus	Ikääntynyt	Hahmottamisvaikeus Vapina Heikkonäköinen Sokea1 Sokea2
1.2	ADHD Ikääntynyt Hahmottamisvaikeus Essentiaalivapina Punavihersokeus Heikkonäköinen Sokea1 Sokea2	Vapina	
1.3	ADHD Essentiaalivapina Punavihersokeus	Ikääntynyt Vapina	Hahmottamisvaikeus Heikkonäköinen Sokea1 Sokea2
2.1	ADHD Essentiaalivapina	Ikääntynyt Vapina	Hahmottamisvaikeus Sokea1

	Punavihersokeus Heikkonäköinen		Sokea2
2.2	Essentiaalivapina Punavihersokeus	ADHD Ikääntynyt Hahmottamisvaikeus Vapina Heikkonäköinen	Sokea1 Sokea2
3.1	ADHD Ikääntynyt Punavihersokeus Essentiaalivapina	Hahmottamisvaikeus Vapina Heikkonäköinen	Sokea1 Sokea2

6.2 Saavutettavuushaasteet karttatyypeittäin ja koehenkilöittäin

Seuraavaksi lähdetään tarkastelemaan itse epäonnistuneita prosesseja eli tehtävissä nousseita haasteita koehenkilöittäin eli vertaillen ja tarkastellen saman rajoiteryhmän eri vammoja keskenään. Tutkimuksessa kerättyä dataa tarkastellaan tehtäväosioittain eli karttatyypeittäin. Tulokset esitetään jokainen rajoiteryhmä kerrallaan.

6.2.1 Kognitiiviseen rajoiteryhmään kuuluvien koehenkilöiden haasteet

Kognitiiviseen rajoiteryhmään kuului ikääntymisen myötä kognitiivisia rajoitteita omaava, hahmottamisvaikeuksia omaava sekä ADHD diagnoosin saanut koehenkilö. Tutkimuksessa havaittiin paljon yhtäläisyyksiä näiden kolmen koehenkilön välillä, mutta myös yksittäisiin vammaryhmiin liittyviä tekijöitä oli havaittavissa.

Interaktiivinen ja jatkuvaa tietoa sisältävä kartta

Interaktiivisissa ja jatkuvaa tietoa sisältävissä kartoissa kaikilla kolmella kognitiiviseen rajoiteryhmään kuuluvalla oli haasteita monivaiheisten tehtävien kanssa eli tehtävissä, jossa tieto oli useamman klikkauksen päässä. Kaikki mainitsivat haasteellisina monivaiheiset tehtävät myös puolistrukturoidun haastattelun yhteydessä. Ikääntyneellä koehenkilöllä ja hahmottamisvaikeuksia omaavalla koehenkilöllä oli vaikeuksia lähteä liikkeelle monivaiheisessa tehtävässä ja hahmottaa, minkä vaiheiden kautta haluttuun tietoon päätyisi ja mistä haluttu tieto löytyisi. ADHD koehenkilöllä taas monivaiheisessa tehtävässä keskittymisen helposti herpaantui, jolloin tehtävänanto unohtui ja tarkkaavaisuus kärsi. Tämä johti perimmäisen tehtävän unohtumiseen ja sitä kautta virheisiin ja uusien haasteiden esiin nousemiseen. Monivaiheiset tehtävät ovat interaktiivisille kartoille tyypillisiä.

Toinen kolmea kognitiiviseen rajoiteryhmään kuuluvaa koehenkilö yhdistävä haaste oli sisällön runsaus. Visuaalisen ja tekstimuotoisen sisällön runsaus, monet erilaiset elementit sekä elementtien sijoittelu ympäri käyttöliittymää johti kaikilla kolmella koehenkilöllä kognitiiviseen ylikuormitukseen ja sitä kautta

vähintäänkin hetkelliseen turhautumiseen. Koehenkilöt eivät tienneet, mistä tiettyä tietoa olisi pitänyt lähteä etsimään ja kaiken käyttöliittymällä olevan tiedon läpi käyminen kulutti paljon energiaa. Hahmottamisvaikeuden omaavalle koehenkilölle oli vaikeaa etsiä, löytää ja havaita kaikkia käyttöliittymän elementtejä. Hänelle ylipäätänsä koko käyttöliittymän havainnointi ja hahmottaminen kerralla oli hyvin vaikeaa. Hahmottamisvaikeuden omaavan keskittyessä käyttöliittymän oikeaan reunaan unohti hän katsoa kokonaan vasenta reunaa ja vastaavasti tulkitessaan yhtä tiettyä elementtiä unohti hän koko lopun käyttöliittymän havainnoinnin. ADHD koehenkilö taas toimi käyttöliittymällä ripeällä vauhdilla liikaa keskittymättä, mikä johti siihen, että häneltä jäi havainnoimatta ja huomaamatta iso osa käyttöliittymän elementeistä. Yleisesti ottaen runsaan käyttöliittymän yleiskuvan kuten käyttöliittymän ja elementtien tasojen hahmottaminen sekä tasojen välillä mutkitta liikkuminen tuottivat haasteita kaikille kolmelle koehenkilölle.

Kolmas yhdistävä haaste oli epäselvästi nimetyt elementit sekä nimeämättömät elementit eli visuaaliset vihjeet. Ikääntyneelle ja hahmottamisvaikeuden omaavalla koehenkilölle epäselvästi nimetyt elementit aiheuttivat arkuutta ja varovaisuutta. Toisin sanoen he joutuivat pitkään pohtimaan uskaltavatko painaa elementistä vai eivät. Kysymyksiä herätti myös, mihin painike johtaa, eksyykö jos elementistä painaa ja löytyykö elementin takaa haettu tieto. Ikääntynyt koehenkilö luki aina elementtien tekstikuvaukset kohdistimen ollessa elementin päällä sekä käyttöliittymän tarjoamat mahdolliset ohjeet, mutta hän koki silti osan elementeistä epäselviksi toiminnallisuuksiltaan. Myös hahmottamisvaikeuden omaava koehenkilö piti kohdistinta elementin päällä niin pitkään, että tekstikuvaus tuli näkyviin, mutta hän ei taas huomannut kuvausta ollenkaan. ADHD koehenkilö vuorostaan valitsi elementin rohkeasti, mutta eksyikin useasti tehtäväpolulta valittuaan väärän elementin. Nimeämättömien elementtien ja visuaalisten vihjeiden löytäminen ja tulkitseminen tuotti yhtä lailla haasteita. Kaikkia visuaalisia elementtejä ei sisäistetty toiminnallisuuksiksi ja vastaavasti, jotkut toiminnallisuuksilta näyttävät kuvakkeet luultiin painikkeiksi. Tällaisia vaikeasti havaittavia visuaalisia toiminnallisuuksia olivat esimerkiksi kuvalinkit, pudotusvalikot ja tekstilinkit. Kognitiivisesti kuormittaviksi ja vaikeasti havainnoitaviksi huomattiin kognitiivisesti rajoittuneiden keskuudessa olevan myös elementit, joiden sisältämä tieto muuttuu cursorin liikkeen mukana.

Monet erilaiset elementit koettiin myös haastavina. Täytettävät kentät eli lomakelaatikot tuottivat vaikeuksia ikääntyneelle ja hahmottamisvaikeuksia omaavalle koehenkilölle. Haasteita täytettävissä kentissä aiheutti kentän aktiivointi siihen tullessa ja siitä lähtiessä sekä erityisesti kenttien havainnointi ja täyttäminen. Kumpikin koehenkilö hämmentyi täytettävän kentän päällä olevasta selitetekstistä, joko luulematta kenttää toiminnallisuudeksi tai tietämättä, mitä kenttään tulisi täyttää ja miten. Hankaluutta aiheutti myös kenttien päällä olevan tekstiselitteen häviäminen siihen kirjoittaessa, mikä johti täytettävän asian unohdumiseen. Myös liikutettavat ja raahattavat elementit koettiin haasteellisina etenkin ikääntyneen ja ADHD koehenkilön kesken. Liikuttaessa elementtiä kartalla koehenkilöillä oli vaikeuksia osua tarkkaan kohteeseen ja etenkin ADHD

koehenkilö saattoi eksyä kokonaan kartalta liikuttaessaan elementtiä liian nopealla vauhdilla. Pienet painikkeet ja vieritettävät elementit olivat hahmottamisvaikeuden omaavalle henkilölle hyvin vaikeita huomata ja havainnoida, kun taas ADHD koehenkilö koki haasteita toisiaan lähekkäin olevien elementtien kanssa. Nopea liikkuminen ja kiirehtiminen käyttöliittymällä lisäsi virheklikkauksia etenkin juuri toisiaan lähekkäin olevien elementtien kohdalla.

ADHD koehenkilön oli vaikea hyödyntää käyttöliittymän tekstimuotoista sisältöä hänen kiinnittäessä huomiota vain isompiin nopeasti läpikäytäviin elementteihin. Toisin sanoen haasteita hänelle tuli huomata toisen otsikkotason ja sitä pienempien tekstialueiden tekstejä. Myös vieritettävien teksti-ikkunoiden lukeminen jäi hyvin vähälle huomiolle. Ylipäättänsä ison tietomäärän lukeminen ja havainnointi oli viimeinen vaihtoehto, mikäli mistään muualta haluttua tietoa ei löytynyt. Siinäkin tapauksessa ADHD koehenkilö kulutti mieluummin aikaa etsien ison tietomäärän suodatusmahdollisuuksia kuin tulkiten tietoa. Eniten ärsytystä aiheutti pitkät listat, joiden järjestys ei ollut mitenkään looginen. Tekstilitaukset tuottivat vaikeuksia myös hahmottamisvaikeuden omaavalle koehenkilölle. Listaus toisiaan lähekkäin olevista sanoista johti tarkkaamattomuus virheisiin.

Viimeiset interaktiivisiin ja jatkuvaa tietoa sisältäviin karttoihin liittyvät haasteet linkittyvät kartalla liikkumiseen sekä kartan tulkitsemiseen ja havainnoimiseen. Ikääntynyt koehenkilö koki haasteita kartalla liikkumisessa ja panoroinnissa. Liikkumisessa haasteita toi mahdollisuus klikata laaja-alaista elementtiä (street view) minne vain. Tarpeeksi pienten klikkausten tekeminen ja elementin toiminnan logiikan ymmärtäminen toi haasteita. Ylipäättänsä uuden oppimisen soveltaminen tuotti ikääntyneelle haasteita. Myös kuvasta ja kartasta kohteen etsiminen sekä kohteeseen tarkentaminen ja kohdentaminen tuottivat haasteita ikääntyneelle koehenkilölle. Kaikki samat haasteet pätevät myös hahmottamisvaikeuden omaavaan koehenkilöön. Hänelle vaikeuksia tuotti edellä mainittujen lisäksi myös koko kartan ja siihen liittyvien elementtien havaitseminen, sivun ja elementtien vierittäminen, että näkymän lähentäminen ja loitontaminen. Suurin haaste hahmottamisvaikeuden omaavalle koehenkilölle oli ymmärtää ja havaita, mitä jostain yksittäisestä klikkauksesta tapahtui tai mikä asia johti juuri tapahtuneeseen muutokseen.

Temaattinen kartta

Temaattisessa kartassa nousi esiin samoja haasteita kuin interaktiivisessa ja jatkuvaa tietoa sisältävässä kartassa, mutta myös niiden lisäksi uusia haasteita oli havaittavissa. Kaikilla kolmella kognitiiviseen rajoiteryhmään kuuluvalla koehenkilöllä oli haasteita karttamääritteiden eli tasojen kanssa. Karttamääritteiden löytäminen ja havaitseminen tuotti heti alkuunsa vaikeuksia kaikilla kolmella koehenkilöllä. Myös määrittekuvaukset koettiin epäselkeinä ja vaikeasti tulkittavina. Heräsi monta kysymystä siitä, mitä kuvaukset todella tarkoittavat. Määritteiden yhteydessä olevien pienten tekstikuvausten havaitseminen oli myös haaste. Tekstikuvausten huomaamattomuus johti myös uusiin kysymyksiin esimerkiksi tiedon päivittämisestä.

Yllä mainittujen yhteisten haasteiden lisäksi oli havaittavissa vammakoh-
taisia haasteita. Ikääntyneen oli vaikea havaita lähekkäisiä värejä, joita oli hyö-
dynnetty karttamääritteissä sekä kartan lähentämisen mahdollisuus ei tullut
miehen mieleen, vaikka erillinen vinkki aiheesta oli jo aiemmin annettu.

ADHD koehenkilöllä haasteita ilmeni tarkkaavaisuuden puutteen myötä
karttamääritteiden tulkinnan kanssa sekä jälleen nimeämättömien elementtien,
visuaalisten vihjeiden sekä pienten tekstien havaitsemisen ja huomaamisen yh-
teydessä. Myös kartan havainnointi kärsi kiireen ja pitkäaikaisen keskittymisen
puutteesta. Kartan tiedon epäloogisuus aiheutti ADHD koehenkilölle myös häm-
mennystä ja jumittumista. Tiedon epäloogisuudella viitataan karttamääritteiden
puuttumiseen osalta alueelta karttaa. Toisin sanoen esimerkiksi liikennettä ku-
vaavassa temaattisessa kartassa tasotietoja ei ollut kaikilla teillä.

Hahmottamisvaikeuden omaavan koehenkilön kodalla haasteita oli jälleen
kerran monivaiheisen tehtävän, sisällön paljouden, pienten ja nimeämättömien
elementtien sekä visuaalisten vihjeiden kanssa. Yllä mainittujen lisäksi kartta-
määritteiden tulkinnan sekä kartan visuaalisen informaation havainnoinnin
kanssa oli ongelmia. Suurin haaste oli hahmottamisvaikeuden omaavalla koe-
henkilöllä linkittää karttamääritteiden tieto visuaaliseen karttaan ymmärtäen,
että kartan vieressä olevat karttamääritteet vastasivat kartalla olevia määritetie-
toja. Myös itse tasojen havaitseminen kartasta oli haastavaa. Hän ei myöskään
ymmärtänyt, että kartalla olevat merkit tarkoittivat jotakin, mikä tuotti merkittä-
viä vaikeuksia. Määritteiden tulkitseminen ja ymmärtäminen havaittiin myös
vaikeaksi. Toisin sanoen eri elementtien havainnointi ja tulkitseminen yhdessä
kokonaisuutena tuotti vaikeuksia. Kartan havainnoinnin ja tulkitsemisen lisäksi
kohteeseen keskittäminen oli haastavaa sekä liukusäädin huomattiin olevan vai-
kea elementti. Haasteita tuotti liukusäätimen toiminnallisuuden hahmottaminen
sekä itse liukusäätimen liu'uttaminen.

Maastokartta

Maastokartasta nousi esiin samoja haasteita kuin interaktiivisessa ja jatkuvaa tie-
toa sisältävässä kartassa sekä temaattisesta kartasta. Maastokartan yhteydessä oli
havaittavissa vain pari uutta haastetta.

ADHD koehenkilöllä haasteita oli lähentämisessä ja loitontamisessa hänen
lähentäen ensin liikaa ja sitten loitontaen liikaa. Myös pop-up teksti-ikkunat ai-
heuttivat hämmennystä ja turhautumista.

Ikääntyneellä koehenkilöllä täytettävät kentät aiheuttivat jälleen vaikeuksia
ja turhautumisen tunteita. Kartan havainnointi ja kartasta kohteen etsiminen oli
työlästä. Ikääntyneen etsiessä ensin tietoa muualta kuin visuaalisesta kartasta, ei
kartan hyödyntäminen tämän jälkeen tullut enää mieleen. Toisin sanoen visuaa-
lisen kartan ja käyttöliittymän muiden ominaisuuksien hyödyntäminen yhdessä
ei ollut luontevaa.

Hahmottamisvaikeuksia omaava koehenkilö tuskaili edelleen sisällön pal-
jouden, elementtien erottamisen taustasta, täytettävien kenttien, sivun ja ele-
menttien vierittämisen, nimeämättömien elementtien sekä kartan tulkinnan ja
siitä informaation etsimisen kanssa. Näiden lisäksi haasteita tuotti elementtien
normaalista poikkeava sijainti ja visuaalinen yleistetty tieto sekä ymmärtäminen

lähentää karttaa tarvittaessa. Hahmottamisvaikeuden omaava koehenkilö totesi useasti, ettei näe karttaa ja sen pieniä yksityiskohtia, mutta hänelle ei tullut siltikään mieleen kartan lähentäminen aiemmista vinkeistä huolimatta. Visuaalisella yleistetyllä tiedolla viitataan visuaalisiin kuviin, joilla on tietty merkitys, joka tulisi olla kaikkien tiedossa. Esimerkiksi joet kuvataan sinisinä viivoina maastokartassa.

Alla olevassa taulukossa (taulukko 5) on koottu yllä käsitellyt käyttäjätapahtuksissa esiin nousseet haasteet eli epäonnistuneet prosessit karttatyypeittäin ja koehenkilöittäin. Taulukossa on esitetty kaikkien kolmen kognitiiviseen rajoite-ryhmään kuuluvan koehenkilön yksilökohtaiset haasteet sekä erillisessä sarakkeessa näitä kolmea koehenkilöä yhdistävät haasteet.

TAULUKKO 5 Kognitiivisesti rajoittuneiden saavutettavuushaasteet karttatyypeittäin

Karttatyyppi	Tehtäviä suorittaessa esiin nousseet haasteet			
	Ikääntynyt	Hahmottamisvaikeus	ADHD	Yhteiset
Interaktiivinen / Jatkuva tietoa sisältävä kartta	<ul style="list-style-type: none"> -heikot ohjeet -täytettävät kentät -liikutettavat/raahattavat elementit kartalla -panorointi -elementissä liikkuminen (Street view) -kohteeseen tarkentaminen -kuvasta kohteen etsiminen -arkuus 	<ul style="list-style-type: none"> -koko käyttöliittymän/kartan havainnointi -kartasta kohteen etsiminen -listaus toisiaan lähemmäksi olevista sanoista -pienet painikkeet -täytettävät kentät -elementissä liikkuminen (Street view) -kohteeseen tarkentaminen -sivun/elementin vierittäminen -panorointi -lähentäminen ja loitontaminen -tarkkaavaisuuden puute 	<ul style="list-style-type: none"> -tekstimuotoisen tiedon hyödyntäminen -alaotsikot (otsikkotasoa 2) -listojen epälooginen järjestys -ison tietomäärän suodattaminen ei mahdollista -aukeava vieritettävä tekstiikkuna -liikutettavat/raahattavat elementit kartalla -toisiaan lähemmäksi olevat elementit -tarkkaavaisuuden/rauhallisuuden puute 	<ul style="list-style-type: none"> -monivaiheinen tehtävä -yleiskuvan hahmottaminen -paljon sisältöä -monet erilaiset elementit -elementtien sijoittelu ympäri käyttöliittymää -epäselvästi nimetyt elementit -nimeämättömät elementit/visuaaliset vihjeet -epäselvät painikkeet -kuvalinkit -tiedon muuttuminen kursorin liikkeen mukana
Teemaattinen kartta	<ul style="list-style-type: none"> -liian lähikäiset värit -lähentäminen 	<ul style="list-style-type: none"> -monivaiheinen tehtävä -paljon sisältöä -kartan visuaalisen informaation havainnointi -määritteiden linkittäminen kartan informaatioon -määritteiden tulkitseminen 	<ul style="list-style-type: none"> -karttamääritteiden tulkinta -nimeämättömät elementit/visuaaliset vihjeet -tiedon epäloogisuus 	<ul style="list-style-type: none"> -kartta määritteiden havaitseminen -epäselkeät määrittekuvaukset -pienien tekstimääritteiden havainnointi

		-elementeiltä näyttävät kuvakkeet -nimeämättömät elementit/ visuaaliset vihjeet -pienet elementit -liukusäädin -kohteen keskittäminen	-tarkkaavaisuuden puute	
Maas- tokartta	-kartan havainnointi -kartasta kohteen etsiminen -hakukentän aktivointi	-paljon sisältöä -elementtien sijoittelu ympäri käyttöliittymää -elementin normaalista poikkeava sijainti -kartan tulkinta/informaation etsiminen visuaalisesta kartasta -visuaalinen tieto -nimeämättömät elementit/ visuaaliset vihjeet -elementtien erottaminen taustasta -täytettävät kentät -sivun/elementin vierittäminen -lähentäminen	-lähentäminen -pop-up ikkunat	

6.2.2 Motoriseen rajoiteryhmään kuuluvien koehenkilöiden haasteet

Motoriseen rajoiteryhmään kuului essentiaalivapinan omaava koehenkilö sekä koehenkilö, jolla on iän mukanaan tuoma käsienvapina. Tutkimuksessa havaittiin paljon yhtäläisyyksiä näiden kahden koehenkilön välillä, mutta myös yksilökohtaisia eroja oli havaittavissa.

Interaktiivinen ja jatkuvaa tietoa sisältävä kartta

Interaktiivisissa ja jatkuvaa tietoa sisältävissä kartoissa molemmilla koehenkilöillä oli havaittavissa samoja haasteita sisällön rikkauden ja epäselvien elementtien kanssa kuin kognitiivisesti rajoittuneilla. Molemmat motoriseen rajoiteryhmään kuuluvista koehenkilöistä tuskaili toisinaan käyttöliittymällä olevan tiedon runsauden, monien erilaisten elementtien ympäri käyttöliittymää, nimeämättömien elementtien, epäselvästi nimettyjen elementtien ja epäselvien painikkeiden kanssa. Koehenkilöt eivät tieneet, mistä tiettyä tietoa olisi pitänyt lähteä etsimään, mitä jonkin elementin takaa löytyisi tai mitä jostain painikkeesta tapahtuisi sekä oliko jokin visuaalinen elementti oikeasti toiminnallisuus vai vaan näytti toiminnallisuudelta. Toinen koehenkilöistä totesi, että käyttöliittymällä oli kuormitetta aika paljon sen ollessa suunniteltu monenlaisille käyttäjille. Epäselkeiksi elementeiksi koettiin kovalinkit, vieritettävät elementit sekä elementit, joiden sisältämä tieto muuttuu cursorin liikkeen mukana. Kummallakin koehenkilöllä oli vaikeuksia huomata elementtien vieritysmahdollisuutta, mutta itse elementin vierittäminen onnistui hyvin. Yllä mainittuja haasteita ilmeni kuitenkin suhteessa paljon vähemmän kuin kognitiiviseen rajoiteryhmään

kuuluville niiden ollessa vain satunnaisia. Yksittäisiä haasteita havaittiin myös kartan ja visuaalisen tiedon tulkitsemisessa. Esimerkiksi karttaa tulkitessa koehenkilöt tekivät väärä oletuksia kartan värialueista ja kartalla esiintyvistä muodoista.

Myös kartalla ja elementissä liikkuminen sekä kohteeseen tarkentaminen tuotti haasteita. Laaja-alaisessa elementissä (street view) haasteita toi tarpeeksi pienten ja oikeaan kohtaan osuttujen klikkausten tekeminen. Toisin sanoen haasteita ei ollut kognitiivisen rajoiteryhmän tavoin elementin logiikan ymmärtämisessä vaan motorisista haasteista johtuvien tekijöiden takia.

Yllä mainittujen yhteisten haasteiden lisäksi oli havaittavissa koehenkilökohtaisia sekä enemmän motorisiin rajoitteisiin liittyviä haasteita. Essentiaalivapinan omaava koehenkilö koki haasteita pääsääntöisesti elementtien ja tiedon epäloogisuuden kanssa. Hän jumittui hetkellisesti elementtien epäjärjestelmällisen järjestyksen aiheuttamaan hämmennykseen ja turhautumiseen sekä isojen tietomäärien kuten pitkien listausten epäloogisen järjestyksen pohtimiseen tai listan suodatusmahdollisuuksien etsimiseen.

Iän mukanaan tuoman vapinan omaavan koehenkilön haasteet olivat pienten tekstimääritteiden havainnoinnin lisäksi enemmän motorisiin rajoitteisiin liittyviä. Hän koki haasteita liikutettavien ja raahattavien elementtien, pieneen alueeseen klikkaamisen sekä tekstin yliviivaamisen kanssa. Vapinan omaavalla koehenkilöllä kesti toisinaan osua pieniin elementteihin kuten täytettäviin kenttiin, vaikka hän operoikin käyttöliittymällä rauhallisella tahdilla. Tekstin kuten hakusana yliviivaaminen halutusta kohtaa tuotti tuskastelua. Reittikuvausviivan raahaaminen kartalla tiettyyn kohtaan oli myös hankalaa samoin kuin paikan merkitseminen raahattavan kuvakkeen avulla. Haasteita tuli tiputtaa kuvake haluttuun tarkkaan kohtaan kartalla. Kuvake osui helposti hieman ohi halutusta kohteesta sen tiputettua kohteen päällä eli virheliike sattui helposti, kun koehenkilö nosti sormen tietokoneen hiiren painikkeelta pois. Turhautumistasoa kasvatti edelleen se, että elementin pudotettua karttaan, ei kuvaketta pystynyt enää siirtämään kuin palaamalla askeleen taaksepäin.

Temaattinen kartta

Temaattisissa kartoissa yhteisenä haasteena kahden motorisiin rajoitteisiin kuuluvan koehenkilön kohdalla oli pienten tekstimääritteiden havainnoinnin lisäksi liu'utussäädin. Liu'utussäätimen liu'uttaminen haluttuun kohtaan vaati muutamaa yrityskerran ennen kuin se osui haluttuun kohtaan. Pienten tekstimääritteiden huomaamattomuus, johti hämmennykseen esimerkiksi kartan tiedon päivittyneisyydestä ja määriteasetusten aktivoitumisesta.

Essentiaalivapinan omaavan koehenkilön kohdalla haasteita nousi esiin nimeämättömien ja epäselkeästi nimettyjen elementtien sekä epäselkeiden kuvakkeiden ja painikkeiden kohdalla. Yllä mainittuihin elementteihin liittyvät haasteet johtivat lähinnä ylimääräisiin virheklikkauksiin.

Vapinan omaavalla koehenkilöllä oli haasteita karttamääritteiden havaitsemisen ja lähekkäisten värien erottamisen kanssa. Motorisille rajoitteille ominaisena piirteenä kohteeseen keskittäminen sekä kartan vierittäminen tuottivat

haasteita. Epäonnistunut kohdentaminen johti eksymiseen tehtäväpolulta tai ylipäätänsä kartalta. Myös pienet elementit ja pudotusvalikot tuottivat haasteita.

Maastokartta

Maastokartan yhteydessä ei noussut esiin yhtään motorisiin haasteisiin linkittyviä epäonnistuneita prosesseja. Molemmat koehenkilöt kokivat haasteellisena elementtien normaalista poikkeavan sijainnin ja sitä kautta elementtien löytämisen kartalta. Essentiaalivapinan omaavalla koehenkilöllä pop-up ikkunat eli kartan päälle avautuvat tekstiruudut olivat haaste ja tuottivat hetkellistä turhautumista. Hän totesikin, että pienemmällä ruudulla haasteita ja turhautumista saataisi tulla paljon enemmän, sillä kartoissa on paljon havainnoitavaa ja visuaalista tietoa kuten tekstejä, pieniä viivoja ja eri värejä sekaisin ja päällekkäin. Vapinan omaava koehenkilö olisi taas kaivannut tekstimuotoista selitystä visuaalisten vihjeiden ohelle kuten määrittämään, että siniset viivat maastokartassa tarkoittavat jokia. Haasteita tuotti myös pienten nimeämättömien ja kartasta värien ja kontrastin takia erottumattomien painikkeiden löytyminen.

Alla olevassa taulukossa (taulukko 6) on koottu yllä käsitellyt käyttäjätestauksessa esiin nousseet haasteet eli epäonnistuneet prosessit karttatyypeittäin ja koehenkilöittäin. Taulukossa on esitetty molempien motoriseen rajoiteryhmään kuuluvan koehenkilön yksilökohtaiset haasteet sekä erillisessä sarakkeessa näitä molempia koehenkilöitä yhdistävät haasteet.

TAULUKKO 6 Motorisesti rajoittuneiden saavutettavuushaasteet karttatyypeittäin

Karttatyyppi	Tehtäviä suorittaessa esiin nousseet haasteet		
	Essentiaalivapina	Vapina	Yhteiset
Interaktiivinen / Jatkuva tietoa sisältävä kartta	-elementtien/tiedon epäjärjestelmällinen asettelu -listojen epälooginen järjestys -ison tietomäärän suodattaminen ei mahdollista	-hakusana -liikutettavat/raahattavat elementit kartalla -pieneen alueeseen klikkaaminen -tekstin yliviivaaminen -pienien tekstimäärittäneiden havainnointi	-paljon sisältöä -elementtien sijoittelu ympäri käyttöliittymää -nimeämättömät elementit/visuaaliset vihjeet -epäselvästi nimetyt elementit -kuvalinkit/epäselvät painikkeet -visuaalinen informaatio/kartan tulkitseminen -tiedon muuttuminen kursorin liikkeen mukaan -sivun/elementin vierittäminen -elementissä liikkuminen (Street view) -kohteeseen tarkentaminen
Temaattinen kartta	-elementeiltä näyttävät kuvakkeet -nimeämättömät elementit/visuaaliset vihjeet	-kohteen keskittäminen/kartan vierittäminen -kartta määrittäneiden havaitseminen	-liukusäädin -pienien tekstimäärittäneiden havainnointi

	-visuaalinen valikko -epäselkeät määrittekuvaukset	-pudotusvalikon havainnointi -pienet elementit -liian lähekkäiset värit	
Maastokartta	-pop-up ikkunat	-visuaalinen tieto -elementtien erottaminen taustasta	-elementin normaalista poikkeava sijainti

6.2.3 Näkörajoitteisiin kuuluvien koehenkilöiden haasteet

Motoriseen rajoiteryhmään kuului neljä koehenkilöä, joista kaksi oli täysin sokeaa, yksi heikkonäköinen sekä yksi poikkeavaan värinäköryhmää kuuluva koehenkilö. Tutkimuksessa havaittiin yhtäläisyyksiä kaikkien neljän koehenkilön välillä, mutta selkeästi eniten yhtäläisyyksiä oli havaittavissa kahden sokean koehenkilön välillä. Heikkonäköisen kohdalla nousi myös useita näkörajoitteisiin käyttäjiin liittyviä haasteita esiin. Poikkeavan värinäköryhmän koehenkilön ja heikkonäköisen kohdalla oli havaittavissa myös muutamia yhteisiä haasteita värisokean suoriutuessa tehtävistä muita näkörajoitteisia koehenkilöitä huomattavasti vaivattomammin. Seuraavaksi tarkastellaan poikkeavaan värinäköryhmään kuuluvan punavihersokean koehenkilön haasteita, jonka jälkeen tarkastellaan sokeita koehenkilöitä.

Interaktiivinen ja jatkuvaa tietoa sisältävä kartta

Interaktiivisissa ja jatkuvaa tietoa sisältävissä kartoissa punavihersokealla ja heikkonäköisellä koehenkilöllä oli havaittavissa haasteita sisällön rikkauden ja epäselvien elementtien kanssa kuten oli myös kognitiivisesti ja motorisesti rajoituneilla. Suuren visuaalisen ja tekstimuotoisen sisällön määrän sijoittelu ympäri käyttöliittymää sekä elementtien ja tiedon epäjärjestelmällinen asettelu käyttöliittymällä tuotti haasteita. Punavihersokealla haasteet olivat hyvin satunnaisia eivätkä aiheuttaneet suurempaa turhautumista tai hämmennystä, mutta johtivat hieman epäselkeisiin ja pohtimista vaativiin tilanteisiin. Haasteet aiheutuivat lähinnä tarkkaavaisuuden puutteesta sekä ylipäättänsä suuren tietomäärän aiheuttamasta tiedon ylikuormituksesta sekä toiveesta saada osa visuaalisessa muodossa olevasta tiedosta suoraan tekstimuotoon.

Heikkonäköisellä yllä mainitut haasteet kuormittivat tiedon etsimistä ja prosessointia huomattavasti enemmän. Koska heikkonäköisen tuli pitää näyttöä koko ajan suurennettuna ääriasentoon nähdäkseen ja havaitakseen kartan sisältöä, oli yleiskuvan ja sivujen tasorakenteen hahmottaminen sekä kaiken sisällön ympäri käyttöliittymää löytäminen haastavaa sekä kuormittavaa. Etenkin aivan sivujen ylä- ja alareunassa olevien elementtien löytyminen tuotti vaikeuksia. Elementtien ja tiedon epäjärjestelmällinen asettelu lisäsi kuormittavuutta ja aiheutti turhautumista. Esimerkiksi pitkien listojen epälooginen järjestys ja mahdottomuus suodattaa tai järjestää isoja tietomääriä kasvatti kuormitusta huomattavasti. Näytön ollessa suurennettuna ison tietomäärän nopea silmäily ei ole mahdollista ja haasteita tuottaa myös hahmottaa onko listausta mahdollista vierittää, ja missä kohtaa listaa on menossa. Ylipäättänsä suuren teksti- ja tietomäärän lukeminen ja

havainnointi väsyttää paljon etenkin silloin, kun joutuu vuoron perään loitontamaan, lähentämään ja keskittämään löytääkseen haluamansa tiedon tai elementin.

Yllä mainittujen haasteiden lisäksi ongelmia tuotti punavihersokealla ja heikkonäköisellä koehenkilöllä nimeämättömät elementit, visuaaliset vihjeet, täytettävät kentät sekä pienet tekstit. Punavihersokealla haasteet olivat jälleen yksittäisiä ja satunnaisia eli suurempia ongelmia ei ollut havaittavissa. Heikko käyttöliittymän havainnointi ja hetkellinen tarkkaavaisuuden puute johtivat nimeämättömien elementit ja pienten tekstien kuten alaotsikoiden huomaamattomuuteen sekä täytettävien kenttien hieman väärin täyttämiseen punavihersokealla koehenkilöllä.

Heikkonäköiselle pienten tekstien ja alhaisen kontrastitason tekstien näkeminen ja havaitseminen tuotti isompia vaikeuksia. Tämä johti turhautumiseen ja halutun tiedon löytymättömyyteen. Esimerkiksi paikkatietoa etsiessä hän valitsi hakuvaihtoehdoista "Hanko Sushi" luullen, että siinä lukee "Hanko Suomi". Juuri täytettävien kenttien pienten tekstiselitteiden lukeminen tuotti hankaluuksia sekä niistä aukeavien hakuvaihtolistauksen vierittäminen ja näkeminen niiden auetessa muiden elementtien taakse näytön ollessa suurennettuna. Täytettävien kenttien erottaminen taustasta sekä niiden aktivoiminen tekstin syöttöä varten tuotti myös haasteita. Haasteita tuotti erityisesti löytää tekstikentät niiden rajojen ollessa heikkokontrastiset ja samoin ymmärtää, mistä kohtaa kenttää tulee painaa, jotta se aktivoituisi.

Nimeämättömien elementtien havaitseminen tuotti heikkonäköiselle vaikeuksia etenkin värien ja taustan takia, mutta herätti myös kysymyksiä siitä, missä on oikea painike, jos toiminto tulee vain kuvan takaa. Liian matalan kirkkaustason värit ja elementit olivat heikkonäköiselle mahdottomia erottaa etenkin silloin, kun ne olivat lähellä taustan värien kontrasteja ja kirkkauksia. Vaikein visuaalisista elementeistä havaita oli punainen sijainnin ilmoittamiseen käytetty paikkamerkki. Paikkamerkin näkeminen oli heikkonäköiselle mahdottomuus siitä huolimatta, että paikkamerkki oli ääriasentoon lähennettynä keskellä näyttöä. Visuaalisten elementtien arvailu johti eksymiseen tehtäväpolulta sekä turhautumiseen.

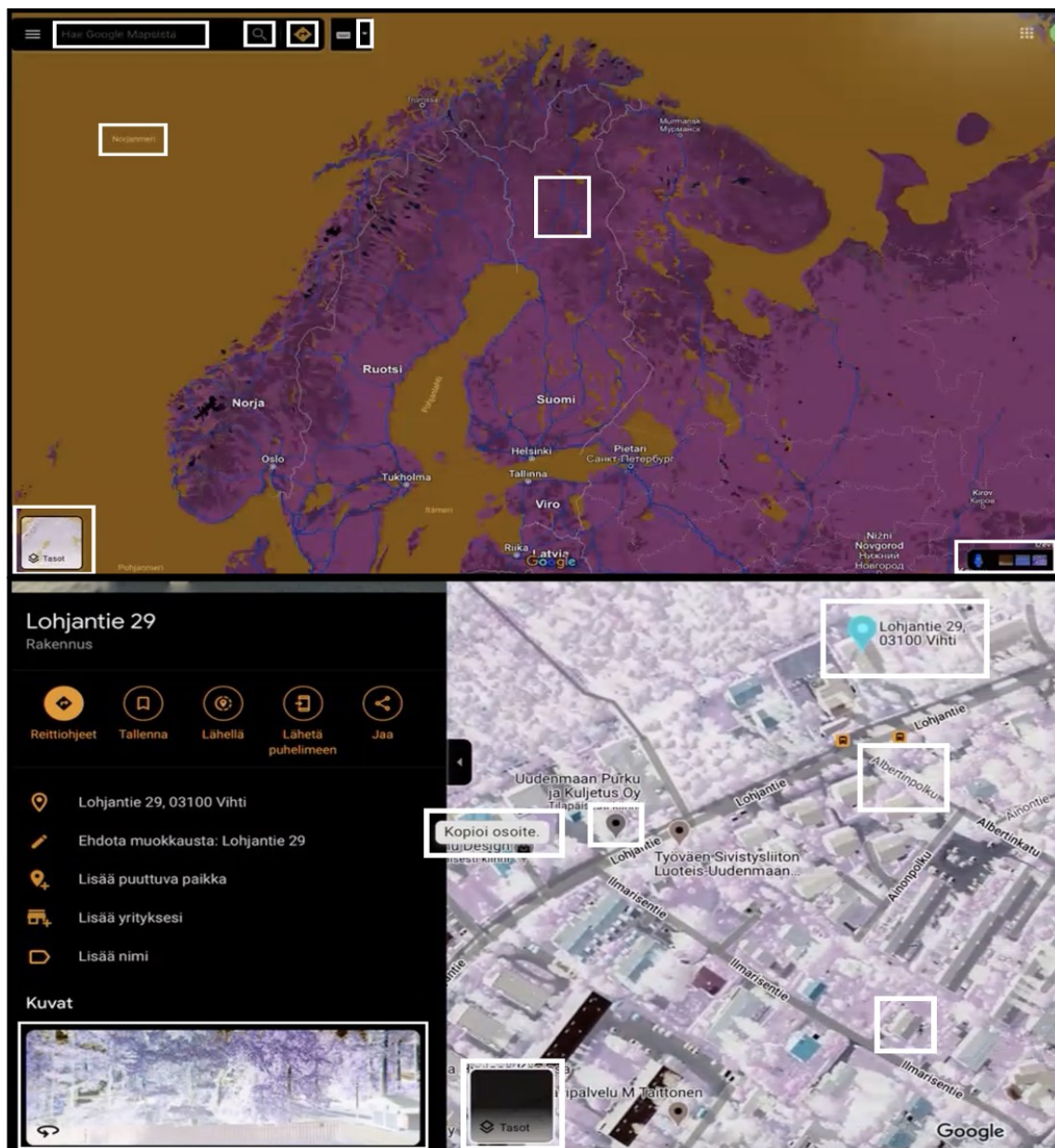
Ylipäättänsä visuaalisen informaation lukeminen, kartasta tai kuvasta katsominen ja kartan visuaalisten elementtien erottaminen ja näkeminen olivat hyvin haasteellisia heikkonäköiselle ja johtivat useamman kerran tehtävän keskeytymiseen tai epäonnistuneisiin prosesseihin. Heikkonäköinen hyödynsi käyttöliittymällä käänteisiä värejä, mutta niiden käytöstä ei ollut apua tilanteissa, joissa värit eivät olleet tarpeeksi kirkkaita tai erottuvuus taustasta oli mitätön. Visuaalista tietoa vastaavat tekstikuvaukset olivat kaivattuja.

Visuaalisen havainnoinnin lisäksi haasteita heikkonäköiselle tuotti epäselvät elementit ja painikkeet. Epäselvästi nimetyt elementit herättivät yleistä hämmennystä sekä eksymistä tehtäväpolulta ja sitä myötä turhautumista. Myös kuvainkikit ja toiminnallisuuksilta näyttämättömät elementit oli vaikea löytää ja havaita. Näytön ollessa lähennettynä ääriasentoon tuotti isoja haasteita myös toiminnallisuudet, joissa tieto muuttui kursorin liikkeen mukana. Tällöin pitäisi

pystyä havainnoimaan laajaa-alueita kerrallaan, jotta tietoon pääsee käsiksi. Mikäli näyttöä lähti vierittämään, muuttui tieto kursorin liikkeen mukana. Vastaava ongelma tuli vastaan vierittäessä koko käyttöliittymää. Tarkemmin kuvaten vierittäessä sivua alaspäin etsiessä käyttöliittymän alareunasta toiminnallisuutta liikkui samalla helposti myös karttaelementti, jolloin koehenkilö eksi helposti kohteestaan.

Haasteita heikkonäköisellä tuotti myös pienten elementtien kuten pudotusvalikoiden havaitseminen ja löytäminen sekä pop-up ikkunat, jotka ilmestyivät keskelle ruutua peittäen ison alueen kartasta ruudun ollessa lähennettynä äärimilleen. Isot peittävät elementit heikensivät käytettävyyttä ja aiheuttivat turhautumista ja ärtymystä.

Alla on esitetty kaksi kuvaa (kuvio 7) heikkonäköisen koehenkilön ruudusta kokeen aikana merkiten sinne valkoisilla rajauksilla edellä mainittuja haasteita, joista suurin osa liittyy visuaalisten vihjeiden kuten tekstien, värien ja elementtien havaitsemiseen sekä elementtien sijoitteluun ympäri käyttöliittymää. Ylempi kuvion (kuvio 7) kuvista on Google Maps -kartta-alustan perusnäkymästä ja alempi satelliittinäkymästä.



KUVIO 7 Heikkonäköisen koehenkilön kohtaamia saavutettavuushaasteita

Sokeilla interaktiivisissa ja jatkuvaa tietoa sisältävissä kartoissa kuormittavuutta, käyttöliittymässä pyörimistä ja hahmottamisvaikeuksia aiheutti sisällön paljous sekä elementtien sijoittelu ympäri käyttöliittymää. Suuri määrä erilaisia toiminnallisuuksia ja ikkunoita käyttöliittymällä vaikeutti sivun eri tasojen ja alueiden hahmottamista ja niiden välillä liikkumista. Myös ison tietomäärän epälooginen järjestys ja sen suodattamisen mahdollisuus lisäsi kognitiivista kuormittavuutta molemmilla sokeilla koehenkilöillä. Hämmennykseen ja eksymiseen tehtäväpolulta johti myös epäselkeästi nimetyt elementit, joiden otsikointi johti harhaan tai oli liian ympäröivää. Myös nimeämättömät elementit eli elementit, joiden yhteydessä ruudunlukija ilmoitti vain toiminnallisuuden kuten "painike", aiheuttivat turhautumista. Merkityksellisiä haasteita molemmilla sokeilla aiheuttivat pääsemättömyys visuaaliseen karttatietoon ja sitä vastaavan

tekstimuotoisen kuvauksen puute. Ylipäättänsä oleellisen tiedon tekstimuotoisen kuvauksen puuttuminen tai tekstin oleminen ruudunlukijan saavuttamattomissa loi haasteita. Myös elementit ja toiminnallisuudet, joihin ei päässyt ruudunlukijan pikanavigointi-/lomakekenttä komennoilla tuottivat turhautumista ja tuskastelua. Ylipäättänsä haasteita tuotti elementtien toimimattomuus samoilla komennoilla.

Ensimmäisellä sokealla koehenkilöllä elementtien epäjärjestelmällinen asetelu lisäsi turhautumista ja kognitiivista kuormittuvuutta sekä ylimääräistä pyörimistä käyttöliittymällä. Myös toisen otsikkotason teksteihin ja sitä pienempien tekstien havainnointi ja lukeminen jäi vähälle hänen liikkua vauhdilla päätöksistä ja elementeistä toiseen etsiessään tietoa. Tämä johti myös turhautumiseen ja ylimääräiseen pyörimiseen. Ensimmäisellä sokealla koehenkilöllä oli myös haasteita täytettävien kenttien, hakutulostausten sekä peräkkäisten lähekkäin nimettyjen elementtien kanssa. Täytettävien kenttien aktivointi siihen tullessa ja siitä lähtiessä sekä useamman kentän välillä liikkuminen tuotti vaikeuksia ja aiheutti hämmennystä ja sitä kautta turhautumista. Kysymyksiä heräsi, oliko kenttä aktivoitunut ja oliko haluttu tieto oikeassa paikassa. Semanttiseen rakenteeseen on oleellista siis kiinnittää huomiota käyttäjien kannalta. Hakutulostausten ensimmäisen rivin ollessa sama kuin hakusana, tuotti se myös hämmennystä. Toisin sanoen kaksi peräkkäistä eri elementeissä olevaa tekstiä tuotti hämmennystä tai vaihtoehtoisesti toista tekstiä ei edes huomattu. Esimerkiksi Määränpää-täyttöruudun jälkeen oleva "lisää määränpää" -painike hämmensi ja herätti kysymyksiä sekä lisäsi epävarmuutta.

Toisella sokealla epäonnistuneita prosesseja ja ylimääräistä liikkumista sekä toimintojen etsimistä aiheutti ruudunlukijan ja käyttöliittymäelementtien ristiriitaiset kuvaukset. Toisin sanoen käyttöliittymällä olevan elementin tekstikuvaus saattoi olla aivan eri kuin ruudunlukijan lukema semanttinen ominaisuus. Esimerkiksi ruudunlukija saattoi lukea "reittiohjeet kohteeseen Jyväskylä matkakeskus", kun taas käyttöliittymällä vastaavan painikkeen tekstimääräite oli "lisää pysähdys".

Kaiken kaikkiaan sokeat koehenkilöt havaitsivat muita koehenkilöitä paremmin kaikki käyttöliittymän elementit heidän edetessä sivua järjestelmällisesti eteenpäin elementti kerrallaan. Tällöin esimerkiksi kognitiivisesti rajoittuneille haasteiksi tulleet käyttöliittymien reunojen pienten elementtien havaitseminen onnistui sokeilta paremmin. Elementtien havaitseminen ei kuitenkaan korreloinut sivuston kuormittavuuteen. Sokeiden selatessa isoa tietomäärää lävitse kuormittaa se kognitiivista kapasiteettia ja saattaa johtaa sitä kautta epäonnistuneisiin prosesseihin.

Temaattinen kartta

Temaattisen kartan yhteydessä punavihersokealla ja heikkonäköisellä koehenkilöllä oli jälleen havaittavissa haasteita nimeämättömien elementtien ja visuaalisten vihjeiden sekä pienten tekstien ja tekstimääräitteiden kanssa. Näiden lisäksi epäselkeät määritekuvaukset sekä lähekkäiset värit karttamääräitteissä hämmensivät myös molempia koehenkilöitä. Ympäripyöreät tasokuvaukset eivät kerro, mitä kartantason varsinaisesti kuvastavat vaan jättävät arvailuille varaa, mikä

lisää hämmennystä. Karttamääritteiden toisiaan lähekkäin olevat värit, niiden kontrastit ja kirkkaudet tuottivat haasteita molemmille koehenkilöille. Heidän oli vaikeuksia erottaa värejä toisistaan jopa näytön ollessa lähennettynä äärimmilleen. Punavihersokealle värien erottamista vaikeutti värien lähekkäisyys sekä värien painottuminen vihreään, punaiseen ja oranssiin. Hänellä vihreän ja oranssin erottaminen toisistaan ei onnistunut. Heikkonäköiselle ongelmaksi tuli ylipääntensä värien näkeminen ja niiden matala kirkkaustaso. Ainoa keino tulkita väripohjaisia karttamääritteitä oli tulkita niiden kirkkaustasoja. Yllä mainittujen lisäksi haasteita molemmilla koehenkilöillä tuotti liukusäädin ja sen liu'uttaminen oikeaan kohtaan. Heikkonäköisellä hämmennystä aiheutti myös liukusäätimen logiikka.

Punavihersokealla pienten elementtien kuten pudotusvalikoiden löytäminen tuotti yksittäisiä haasteita. Myös tiedon epäloogisuus, kuten karttamääritteiden puuttuminen osalta alueelta karttaa herätti kysymyksiä ja hämmennystä.

Heikkonäköisellä haasteita tuotti interaktiivisten ja jatkuvaa tietoa sisältävien karttojen tavoin visuaalisen informaation näkeminen ja lukeminen, kartan visuaalisten elementtien erottaminen ja näkeminen, elementtien ja tekstin erottaminen taustasta matalan kirkkaustason ja kontrastien takia sekä täytettävät kentät. Myös kohteeseen kohdentaminen ja lähentäminen oli haastavaa kohteen havaitsemisen takia. Esimerkiksi katujen erottaminen kartasta ei onnistunut, joten kartan kohdistamisessa ja lähentämisessä piti luottaa siihen, että haettu kohde oli kartan keskellä. Mikäli kartta liikkui vahingossa, oli eksyminen lähes varmaa.

Sokeilla koehenkilöillä temaattiseen karttaan liittyvät tehtävät jäivät lyhyeksi tai niitä ei edes lähdetty suorittamaan, sillä pääsyä visuaaliseen karttatietoon ei ollut. Myöskään kartan visuaalista informaatiota vastaavaa tekstimuotoista kuvausta ei ollut saatavilla, se ei ollut ajantasaista tai karttamääritteiden muuttuessa päivittyvää.

Maastokartta

Heikkonäköinen koehenkilö kohtasi maastokartassa muiden karttatyypin tavoin epäonnistuneita prosesseja visuaalisen informaation hahmottamisen, matalan kirkkaustason värien ja pieni kontrastisten elementtien näkemisen sekä pitkien listojen hahmottamisen ja niiden tuottaman kognitiivisen kuormituksen kohdalla. Kognitiivista kuormitusta, käyttöliittymällä pyörimistä sekä hämmennystä lisäsi elementtien normaalista poikkeava sijainti. Hänellä oli myös vaikeuksia ymmärtää, mistä kohtaa elementtiä tulee painaa, jotta jokin tietty toiminto aktivoituisi. Haasteita nousi esiin myös värien kohdalla, joihin liittyi informatiivista selitystä. Heikkonäköiselle värien erottaminen ei ollut mahdollista ja haasteita tuotti myös visuaalisten merkkien päällekkäisyys kartassa.

Maastokartassa ei punavihersokealla tullut juurikaan haasteita. Ainoa epäonnistunut prosessi oli lähentäminen. Lähentäessä kohteeseen hän meni liian lähelle ja sitten taas liian kauas. Sokeilla koehenkilöillä maastokarttaan liittyvää tehtävää ei edes lähdetty suorittamaan, sillä pääsyä visuaaliseen karttatietoon ei ollut.

Alla olevassa taulukossa (taulukko 7) on koottu punavihersokean ja heikkonäköisen koehenkilön osalta yllä käsitellyt käyttäjätestauksessa esiin nousseet

haasteet eli epäonnistuneet prosessit karttatyypeittäin ja koehenkilöittäin. Taulukossa on siis esitetty punavihersokean ja heikkonäköisen koehenkilön yksilökohittaiset haasteet sekä erillisessä sarakkeessa näitä molempia koehenkilöitä yhdistävät haasteet.

TAULUKKO 7 Heikkonäköisen ja värisokean saavutettavuushaasteet karttatyypeittäin

Karttatyyppi	Tehtäviä suorittaessa esiin nousseet haasteet		
	Punavihersokeus	Heikkonäköinen	Yhteiset
Interaktiivinen / Jatkuvaa tietoa sisältävä kartta	-tarkkaavaisuuden puute	-koko käyttöliittymän hahmottaminen/yleiskuvan luominen -sivujen tasorakenne -visuaalisen informaation lukeminen -kartasta/kuvasta katsominen -kartan visuaalisten elementtien erottaminen/näkeminen -elementtien erottaminen taustasta -kuvalinkit/epäselvät painikkeet -epäselvästi nimetyt elementit -pienet elementit/pudotusvalikko -pop-up ikkunat -tiedon muuttuminen kursorin liikkeen mukaan -kartan vs sivun vierittäminen -alhaisen kontrastin tekstit -liian matalan kirkkaustason värit -listojen epälooginen järjestys -ison tietomäärän suodattaminen ei mahdollista	-paljon sisältöä -elementtien sijoittelu ympäri käyttöliittymää -elementtien /tiedon epäjärjestelmällinen asettelu -nimeämättömät elementit/ visuaaliset vihjeet -täytettävät kentät -pienet tekstit / alaotsikot (otsikokotaso 2)
Teemaattinen kartta	-pienet elementit/pudotusvalikon havainnointi -värien erottaminen -tiedon epäloogisuus	-visuaalisen informaation lukeminen -kartan visuaalisten elementtien erottaminen/näkeminen -elementtien erottaminen taustasta -tekstien erottaminen kartasta -liian matalan kirkkaustason värit -täytettävät kentät -lähentäminen -kohdentaminen	-epäselkeät määritekuvaukset -lähekkäiset värit -nimeämättömät elementit/ visuaaliset vihjeet -liukusäädin -pienien tekstimääritteiden havainnointi/pienet tekstit
Maastokartta	-lähentäminen	-elementin normaalista poikkeava sijainti -visuaalisen informaation lukeminen -matalan kirkkaustason värit -pieni kontrastiset elementit -listan vierittäminen -kohteen klikkaaminen	

Seuraavassa taulukossa (taulukko 8) on koottu sokeiden koehenkilöiden osalta yllä käsiteltyä käyttäjätestauksessa esiin nousseet haasteet eli epäonnistuneet

prosessit karttatyypeittäin ja koehenkilöittäin. Taulukossa on esitetty siis molempien sokeiden koehenkilön yksilökohtaiset haasteet sekä erillisessä sarakkeessa näitä molempia koehenkilöitä yhdistävät haasteet.

TAULUKKO 8 Sokeiden saavutettavuushaasteet karttatyypeittäin

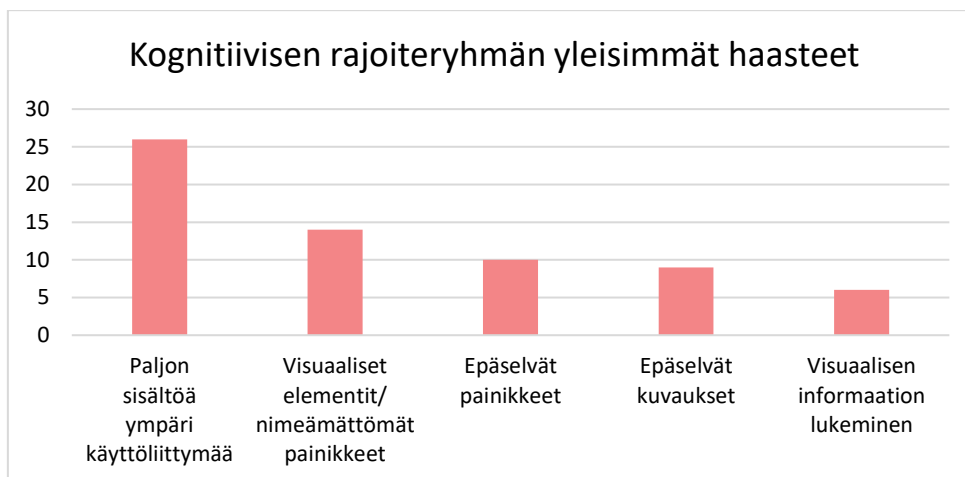
Karttatyyppi	Tehtäviä suorittaessa esiin nousevat haasteet		
	Sokea1	Sokea2	Yhteiset
Interaktiivinen / Jatkuva tietoa sisältävä kartta	<ul style="list-style-type: none"> -elementtien epäjärjestelmällinen asettelu -lähekkäin nimeytyt elementit peräkkäin -hakutuloslistaus -täytettävät kentät -alaotsikot (otsikotaso 2) -oleellisen informaation puute 	<ul style="list-style-type: none"> -ruudunlukijan kuvaus ja käyttöliittymäelementtien kuvaus eivät täsmää -hakusana 	<ul style="list-style-type: none"> -paljon sisältöä -elementtien sijoittelu ympäri käyttöliittymää -ison tietomäärän suodattaminen/järjestäminen ei mahdollista -epäselkeästi nimetyt elementit -nimeämättömät elementit -elementit, joihin ei pääse ruudunlukijan pikanavigointi-/lomakekenttä komennolla -ei pääsyä visuaaliseen karttatietoon -kaikki teksti ei ole ruudunlukijan saavutettavissa -sivun eri tasojen/alueiden hahmottaminen -listojen epälooginen järjestys -elementtien epäyhdenmukaisuus
Temaattinen kartta	<ul style="list-style-type: none"> -kartan visuaalisen ja sitä vastaavan tekstimuotoisen informaation ajantasaisuus 		<ul style="list-style-type: none"> -ei pääsyä visuaaliseen karttatietoon
Maastokartta			<ul style="list-style-type: none"> -ei pääsyä visuaaliseen karttatietoon

6.3 Yleisimmät haasteet rajoiteryhmittäin

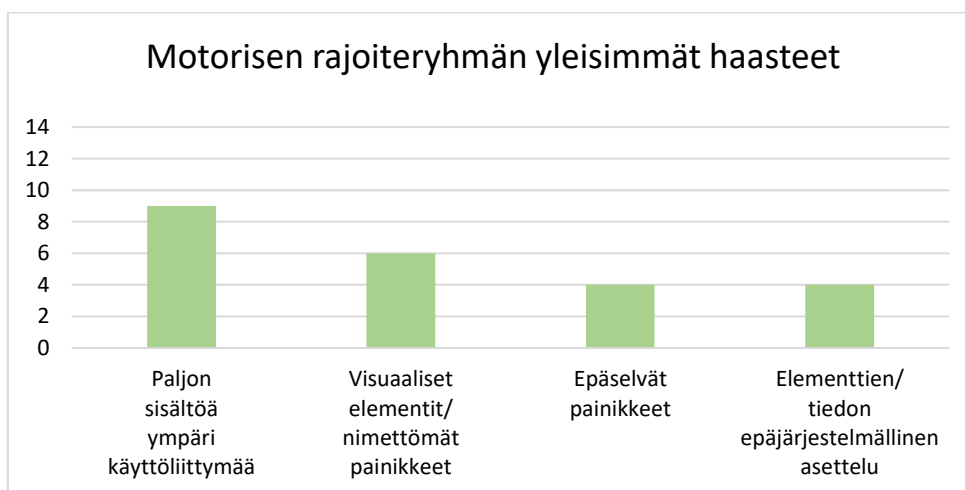
Jotkin yllä avatuista haasteista toistuivat useamman kerran käyttäjätestauksessa ja jotkut olivat kertaluontoisia. Yleisin haaste kognitiivisesti ja motorisesti rajoittuneilla oli sisällön runsaus ja sen jakautuminen ympäri käyttöliittymää. Se oli molemmilla rajoiteryhmällä selkeästi muita haasteita yleisempi. Näkörajoitteisilla visuaalisen informaation lukeminen ja pääsemättömyys visuaaliseen karttaan tuotti eniten haasteita. Lähes yhtä paljon haasteita näkörajoitteisille tuotti myös sisällön runsaus ja sen jakautuminen ympäri käyttöliittymää. Toiseksi eniten epäonnistuneita prosesseja kognitiivisesti ja motorisesti rajoittuneilla tapahtui visuaalisten elementtien kuten nimeämättömien painikkeiden yhteydessä. Kolmanneksi ja neljänneksi yleisimmät haasteet kognitiivisesti rajoittuneilla olivat epäselvät painikkeet ja kuvaukset. Epäselvien painikkeiden kanssa

koehenkilöillä tuli yksi virhe enemmän verrattuna epäselviin kuvauksiin käyttöliittymällä. Epäselvät painikkeet olivat myös kolmanneksi yleisin haaste motorisesti rajoittuneilla yhdessä elementtien ja tiedon epäjärjestelmällisen asettelun kanssa. Elementtien ja tiedon epäjärjestelmällinen asettelu oli myös näkörajoitteisilla kolmanneksi yleisin haaste. Näkörajoitteisten ensimmäiseksi yleisin haaste eli visuaalisen informaation lukeminen oli kognitiivisesti rajoittuneilla viidenneksi yleisin eli sitä havaittiin kaksi kertaa koehenkilöä kohden. Näkörajoitteisilla saman määrän koehenkilöitä kohden haasteita aiheutti värit. Muita edellisessä kappaleessa havaittuja haasteita esiintyi kertaluontoisemmin eli maksimissaan yhden vajaan kaksi koehenkilöä kohden. Esimerkiksi kognitiivisesti rajoitteisten yhteydessä kertaluontoisimmilla haasteilla viitataan haasteisiin, jotka ilmenivät 1–5 kertaa kolmen koehenkilön keskuudessa.

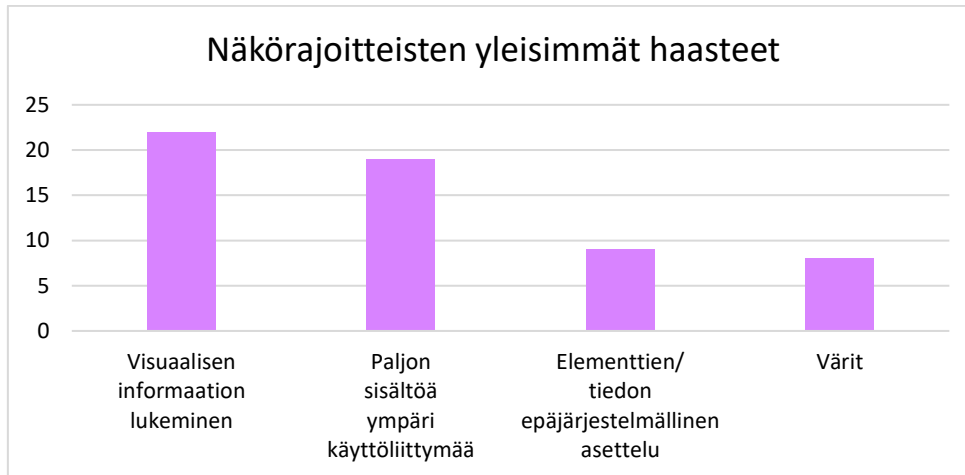
Alla on esitetty yleisimmät tutkimuksessa esiintyvät haasteet rajoiteryhmittäin. Ensimmäinen kaavio (kuvio 8) kuvaa yllä avattuja kognitiivisesti rajoittuneiden yleisimpiä haasteita, toinen (kuvio 9) motorisesti rajoittuneiden yleisimpiä haasteita ja kolmas (kuvio 10) näkörajoitteisten yleisimpiä haasteita.



KUVIO 8 Kognitiivisen rajoiteryhmän yleisimmät saavutettavuushaasteet



KUVIO 9 Motorisen rajoiteryhmän yleisimmät saavutettavuushaasteet



KUVIO 10 Näkörajoitteisten yleisimmät saavutettavuushaasteet

6.4 Puolistrukturoitujen haastattelujen ratkaisuehdotukset

Käyttäjätestausten tehtäväosioiden jälkeen koehenkilöiltä kysyttiin muutama puolistrukturoitu haastattelukysymys tehtäviin ja kartta-alustoihin liittyen. Kysymyksillä yritettiin kartoittaa koehenkilöiden omia kokemuksia sekä toiveita käyttöliittymiä kohtaan ja sitä kautta löytää ratkaisuehdotuksia esiin nousseisiin saavutettavuushaasteisiin. Puolistrukturoiduissa haastatteluissa esiin nousseet haasteet olivat samassa linjassa itse käyttäjätestauksen tutkimustulosten kanssa. Toisin sanoen käyttäjien omissa kokemuksissa ja tehtävien suoriutumisessa ei ollut havaittavissa eroja tai poikkeamia. Seuraavaksi käsitellään haastatteluissa nousseita positiivisia tunteita herättäneitä käyttöliittymän piirteitä sekä käyttöliittymien saavutettavaan toteutukseen liittyviä toiveita.

Haastatteluissa useasti todettiin, että riittävä saavutettavuus riippuu henkilöstä ja hänen tarpeistaan niiden ollen yksilöllisiä. Yksi koehenkilöistä totesi myös hyvin, että monelle erilaiselle käyttäjälle suunniteltu käyttöliittymä ei ole välttämä hyvä enää kenellekään. Toisin sanoen koehenkilöiden mukaan kuuta ei kannata tässä tilanteessa lähteä taivaalta tavoittelemaan vaan luoda verkkopohjaisista kartoista mieluummin niin sanotusti tarpeeksi saavutettavia. Mikä on tarpeeksi saavutettava? Se on taas jo uusi kysymys ja vaatii tutkimuksen tekemistä. Seuraavaksi esitellään kuitenkin muutamia ratkaisuehdotuksia verkkopohjaisiin karttoihin, joita käyttäjätestauksen koehenkilöt nostivat esiin puolistrukturoiduissa haastatteluissa.

Oleellisen ja tärkeän tiedon tulisi olla parin klikkauksen päässä verkkosivulla. Myös mahdollisuus tiedon suodattamiseen koettiin haasteita vähentäväksi tekijäksi. Esimerkiksi maastokartassa jonkun tason suodattaminen kuten korkeuskäyrien poistaminen kartalta vähentäisi jo paljon kartalla olevaa tietoa ja helpottaisi halutun tiedon lukemista ja havaitsemista. Tärkeäksi koettiin myös perus- ja tärkeimpien tietojen tekstimuotoisuus eli informaation esittäminen tekstimuotoisena selkeällä alustalla eikä pelkästään visuaalisessa muodossa kartan

päällä. Tärkeiksi tiedoiksi interaktiivisella navigointialustalla koettiin esimerkiksi kohteen ja sen ympärillä tietyllä säteellä olevat paikka- ja etäisyystiedot sekä reitin suunnittelu pysähdyksineen ja tarkkoine reittikuvauksineen eri kulutavoille.

Kuten molemmat sokeat totesivat, graafista karttaa ei ole mitenkään mahdollista saada täysin saavutettavaksi, mutta siinä oleviin teksteihin ja elementteihin voidaan vaikuttaa. Selkeät painikkeet ja elementtikuvaukset koettiin tärkeiksi kuten myös käyttöliittymän eri tasojen suunnittelu loogisesti ja yhdenmukaisesti keskenään. Toisin sanoen otsikkotasojen ja elementtien looginen ja toistuva käyttö sekä elementteihin pääseminen ja niiden toimiminen samoilla komennoilla koettiin oleelliseksi. Myös vähemmän erilaisia elementtejä ympäri käyttöliittymää pidettiin toivottavana sekä nimeämättömiä elementtejä ja pelkkiä visuaalisia vihjeitä vieroksuttiin. Etenkinkin interaktiivisen kartan yhteydessä hakukenttää pidettiin melkeinpä visuaalista karttaa tärkeämpänä ominaisuutena. Raahattavia elementtejä, pelkästään visuaalisia valikoita sekä liukusäätimiä etenkin lähennä ja loitonna ominaisuuden yhteydessä pidettiin huonoina elementteinä.

Myös tiedon ja mahdollisten ohjeiden ajantasaisuus ja yksinkertaisuus koettiin tärkeäksi asiaksi jatkuvaa tietoa sisältävissä kartoissa. Haastatteluissa esiin nousi useasti myös mobiililaitteella kartta-alustan helpompi käyttö, johon syynä koettiin lähinnä kosketusnäyttö, pienemmän alueen havainnointi ja pienempi sisällön määrä sekä yhden alueen havainnointi kerrallaan.

7 TULOSTEN TULKINTA JA POHDINTA

Tässä luvussa esitetään vielä tutkimuksen tulokset vastaamalla alussa esitettyihin tutkimuskysymyksiin. Sen lisäksi tulokset suhteutetaan kirjallisuuskatsauksessa esitettyyn taustakirjallisuuteen ja pohditaan niiden käytettävyyttä sekä käytännöllistä ja tieteellistä merkitystä. Tämän jälkeen arvioidaan vielä saatujen tulosten rajoitteita ja luotettavuutta. Lopuksi esitetään vielä tutkimuksen aikana esiin nousseita jatkotutkimusaiheita.

7.1 Johtopäätökset

Tässä tutkielmassa lähdettiin selvittämään verkkopohjaisten karttojen saavutettavuutta ja niihin liittyviä saavutettavuushaasteita sekä etsimään ratkaisuja löydettyihin haasteisiin. Tutkimuksen alussa esitettiin kolme tutkimuskysymystä tutkimusongelmaan liittyen. Ne ovat seuraavat:

- Mitkä verkkopohjaiset kartta-alustat ovat saavutettavuuden kannalta haasteellisia ja mille vamma-/rajoiteryhmälle?
- Mitä saavutettavuushaasteita nousee esiin verkkopohjaisten kartta-alustojen yhteydessä?
- Miten luoda verkkopohjaisista kartta-alustoista saavutettavia?

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen etsittiin vastaus kirjallisuuskatsausosissa eli aiemman aiheesta tehdyn tieteellisen tutkimuksen perusteella. Tutkielman kirjallisuuskatsausosiossa nousi esiin neljä karttatyyppeä, joiden kohdalla oli havaittu olevan haasteita saavutettavuuden toteuttamisessa. Nämä karttatyypit olivat interaktiivinen-, jatkuvaa tietoa sisältävä -, temaattinen- ja maastokartta. Kirjallisuuden pohjalta huomattiin, että haasteita nousi esiin kognitiivisesti rajoittuneille, motorisesti rajoittuneille sekä näkörajoittuneille käyttäjille heidän käyttäessään verkkopohjaisia kartta-alustoja. Puhe ja kuuloaistin ei nähty vaikuttavan karttojen käyttöön. Verkkopohjaisia kartta-alustoja ei ole tutkittu

kirjallisuudessa vielä juurikaan, joten kirjallisuuskatsauksessa nousseet tulokset olivat vasta suuntaa antavia, mutta kuitenkin muutamalla tutkimuksella perusteltuja. Ensimmäisen tutkimuskysymyksen pohjalta luotiin itse tutkimukselle teoreettinen viitekehys eli ensimmäiseen tutkimuskysymykseen ei enää paneuduttu itse tutkimuksessa. Teoreettisen viitekehysten pohjalta luodun tutkimusasetelman avulla lähdettiin etsimään vastauksia kahteen seuraavaan tutkimuskysymykseen.

Kirjallisuuskatsausosiossa nousi esiin jo muutamia verkkopohjaisiin karttoihin liittyviä saavutettavuushaasteita. Tutkimuksen tarkoitus oli kuitenkin lähteä varmistamaan ja laajentamaan nousutta teoreettista pohjaa sekä etsimään ratkaisuja nousseisiin saavutettavuushaasteisiin. Uutta tietoa pyrittiin keräämään käyttäjätestausten ja niiden ohessa suoritettujen puolistrukturoitujen kysymysten avulla.

Käyttäjätestauksessa havaittiin jokaiseen eri karttatyypin liittyviä saavutettavuushaasteita. Haasteissa karttojen välillä ei kuitenkaan ollut merkittäviä eroja vaan kaikkiin liittyi samoja jokaisessa karttatyypissä toistuvia haasteita. Tämä sama ilmiö oli havaittavissa myös aiemman kirjallisuuden perusteella. Toisin sanoen saavutettavuushaasteita on vaikea luokitella karttatyypeittäin, sillä suurin osa haasteista on havaittavissa kaikissa karttatyypeissä. Ainoa huomattavissa oleva ero oli, että temaattinen ja maastokartta aiheuttivat enemmän visuaalisuuteen liittyviä haasteita, kun taas interaktiivinen ja jatkuva tietoa sisältävä kartta aiheutti karta-alustan toiminnallisuuksiin liittyviä haasteita.

Koehenkilöittäin ja etenkin rajoiteryhmittäin haasteita oli helpompi kategorisoida. Silti esiin nousseita haasteita oli mahdoton jakaa pelkästään tietylle rajoiteryhmälle ominaisiksi. Moni tutkimuksessa ilmenneistä saavutettavuushaasteista oli havaittavissa kaikkien kolmen tutkimuksessa mukana olleen rajoiteryhmän keskuudessa. Vaikka rajoiteryhmillä oli sama haaste, saattoi syy sen takana kuitenkin johtua keskenään eri tekijöistä. Esimerkiksi täytettävän kentän klikkaaminen saattoi olla motorisesti rajoittuneille haastavaa siihen osumisen kannalta, kun taas kognitiivisesti rajoittuneille haastavaa oli havainnoida minne kohtaa kenttää pitää klikata, ja näkörajoitteisille haasteeksi nousi kentän ja siinä olevan tekstimäärityksen näkeminen. Vaikka haasteet olisi voinut kategorisoida rajoiteryhmien mukaan, saattoi koehenkilön dominoivan vamman takana olla myös jokin muu lievempi rajoite, joka vaikutti myös tuloksiin. Kuten aiemmin todettiin, moni rajoitteista ilmenee yhdessä muiden rajoitteiden kanssa, joten vammakohtaisia rajoitteita on vaikea eritellä.

Tuloksien perusteella verkkopohjaisiin karttoihin liittyy paljon haasteita, joista jotkut estävät kartta-alustalla kokonaan toimimisen joltain henkilöltä ja jotkut vaikeuttavat vähän tai hieman enemmän kartalla toimimista. Tutkimuksessa havaittiin sekä kognitiivisten -, motoristen - että näkörajoitteiden aiheuttamia haasteita, jotka liittyivät aistinvaraiseen, kognitiiviseen sekä tekniseen saavutettavuuteen. Tavoite oli kuitenkin lähteä selvittämään yleisesti, mitä saavutettavuushaasteita nousee esiin verkkopohjaisten kartta-alustojen yhteydessä eikä luokitella niitä karttatyypin tai eri rajoitteiden mukaan. Haasteita havaittiin yhteensä noin 40 erilaista, joista osa linkittyi hieman toisiinsa. Haasteita

havaittiin sisällön runsauteen, erilaisiin kartalla oleviin käyttöliittymäelementteihin, karttojen asetteluun ja visuaaliseen ilmeeseen, liikuttamista vaativiin toiminnallisiin, karttojen johdonmukaisuuteen sekä visuaalisiin elementteihin liittyen.

Sisällön runsauteen liittyviä tutkimuksessa esiin nousseita saavutettavuushaasteita ovat seuraavat:

- yleiskuvan hahmottamisen vaikeus
- elementtien ja alueiden sekä niiden rajojen hahmottamisen vaikeus
- paljon sisältöä ympäri käyttöliittymää / tiedon ylikuormitus / halutun kohteen etsimisen vaikeus
- ison tietomäärän suodattaminen ei mahdollista
- monivaiheinen tiedon etsimispolku
- karttamääritteiden havaitseminen käyttöliittymältä / kartan sisältämien elementtien havaitseminen
- elementtien/tiedon epäjärjestelmällinen asettelu
- huonot ohjeet, jos sellaiset ylipäättänsä löytyy
- tekstimuotoisen ja visuaalisen tiedon samanaikainen hyödyntäminen.

Kartalla oleviin käyttöliittymäelementteihin liittyviä tutkimuksessa esiin nousseita saavutettavuushaasteita ovat taas seuraavat:

- elementit, joihin ei pääse ruudunlukijan pikanavigointi-/lomakenttä komennolla
- täytettävät kentät / hakupalkki / reitinhakuominaisuudet
- pop-up ikkunat
- epäselvät painikkeet/kuvalinkit
- pienet elementit
- pudotusvalikot.

Kartan asetteluun ja visuaaliseen ilmeeseen liittyviä tutkimuksessa esiin nousseita saavutettavuushaasteita ovat seuraavat:

- eri toiminnallisuudet, joissa toisiaan lähekkäin olevat tekstit
- toisiaan fyysisesti lähekkäin olevat elementit
- matalat ja heikot kontrastit sekä kirkkaudet
- pienet tekstit / alaotsikoiden huomaaminen
- väreihin pohjautuva tieto
- lähekkäiset värit / poikkeaville värinäköryhmille haasteelliset väriyhdistelmät.

Kartalla oleviin liikuttamista vaativiin toiminnallisiin liittyviä tutkimuksessa esiin nousseita saavutettavuushaasteita ovat seuraavat:

- 3D elementissä liikkuminen (Street view) / kartan selailu vertikaalisesti ja horisontaalisesti
- panorointi
- lähentäminen ja loitontaminen
- tekstin yliviivaaminen
- elementin aktivoiminen
- sivun/elementin vierittäminen
- liikutettavat/raahattavat elementit
- liu'utettavat elementit (liukusäädin)
- tiedon muuttuminen kursorin liikkeen mukaan
- kartan kohdentaminen / kohteeseen keskittäminen.

Karttojen johdonmukaisuuteen liittyviä tutkimuksessa esiin nousseita saavutettavuushaasteita ovat seuraavat:

- elementtien epäyhdenmukaisuus
- tiedon epäloogisuus ja -yhdenmukaisuus
- kartan visuaalisen ja sitä vastaavan tekstimuotoisen informaation vastaamattomuus
- elementin normaalista poikkeava sijainti
- epäselkeät painike, elementti ja määrite kuvaukset.

Karttojen visuaalisiin elementteihin liittyviä tutkimuksessa esiin nousseita saavutettavuushaasteita ovat seuraavat:

- karttamääritteiden tulkitseminen
- visuaalinen oletusarvotieto (esim. joet ovat sinisiä viivoja)
- sokeilla ei pääsyä visuaaliseen karttatietoon
- kaikki teksti ei ole ruudunlukijan saavutettavissa / ruudunlukuohjelman kanssa yhteensopivan semanttisen rakenteen ja interaktiivisuuden puute
- visuaaliset vihjeet / visuaaliset nimeämättömät elementit
- visuaalisen informaation lukeminen ja hahmottaminen / elementtien erottaminen taustasta.

Kaikki kirjallisuuskatsauksessa esitetyt aiemmissa tutkimuksissa havaitut verkkopohjaisiin kartta-alustoihin liittyvät haasteet (taulukko 1) havaittiin myös tässä tutkimuksessa. Voidaankin todeta, että tutkimuksessa saadut tulokset ovat päteviä ja linjassa aiemman taustateorian ja tutkimuksen kanssa. Myös tutkimuksessa tehtyjen puolistrukturoitujen haastattelujen vastaukset tukivat käyttäjätestauksen tuloksia eikä poikkeamia ollut. Tulokset tuottivat myös uutta tietoa verkkopohjaisten karttojen saavutettavuushaasteista tarkentaen haasteita sekä esittäen uusia karttoihin liittyviä haasteita. Esimerkiksi aiemmassa kirjallisuudessa havaittiin, että visuaaliset vihjeet ja merkit tuottavat saavutettavuushaasteita verkkopohjaisissa kartoissa, mutta tämä tutkimus osoitti, että miten ja miksi näin

on. Ymmärrettiin, että epäselvät painikkeet kuten kuvalinkit, pudotusvalikkojen pienet visuaaliset painikkeet, väreihin ja kuviin pohjautuva tieto, visuaalisten elementtien epäjohdonmukaisuus, epäselkeät painikkeet ja elementit kuvaukset, visuaaliset karttamäärittelyt, nimeämättömät elementit sekä visuaalisen informaation lukeminen ja hahmottaminen samoin kuin elementtien erottaminen taustasta kuuluvat kaikki yläkäsitteen visuaaliset vihjeet ja merkit alle.

Uusina haasteina, joita aiempaan tutkimus verkkopohjaisten karttojen saavutettavuushaasteista ei ole nostanut esiin, havaittiin seuraavat:

- monivaiheinen tiedon etsimispolku
- elementtien/tiedon epäjärjestelmällinen asettelu
- huonot ohjeet, jos sellaiset ylipäättänsä löytyy
- tekstimuotoisen ja visuaalisen tiedon samanaikainen hyödyntäminen
- pop-up ikkunat
- täytettävät kentät / hakupalkki
- eri toiminnallisuudet, joissa toisiaan lähekkäin olevat tekstit
- toisiaan fyysisesti lähekkäin olevat elementit
- matalat ja heikot kontrastit sekä kirkkaudet
- pienet tekstit / alaotsikoiden huomaaminen
- tekstin yliviivaaminen
- elementin aktivoiminen
- liu'utettavat elementit (liukusäädin)
- tiedon muuttuminen kursorin liikkeen mukaan
- elementtien epäyhdenmukaisuus
- tiedon epäloogisuus ja -yhdenmukaisuus
- elementin normaalista poikkeava sijainti.

Useampi aiempi tutkimus on käsitellyt saavutettavuutta vain jokin tietyn rajoiteryhmän näkökulmasta ottamatta huomioon kaikkia saavutettavuutta kaipaavia rajoiteryhmiä. Tutkimuksen tulokset auttoivatkin ymmärtämään eri rajoiteryhmien kohtaamia saavutettavuushaasteita, sekä syitä haasteiden takana. Toisin sanoen sama saavutettavuushaaste saattaa aiheutua eri syistä. Syiden hahmottaminen haasteiden takana tuotti uusia tuloksia, joita aikaisempi tutkimus ei ole juurikaan käsitellyt. Osa havaituista saavutettavuushaasteista on havaittu aiemmissa saavutettavuustutkimuksissa liittyen joihinkin muihin elementteihin kuin verkkopohjaisiin karttoihin. Tutkimuksessa huomattiinkin, että kartta-alustat ovat hyvin monimuotoisia elementtejä ja sisältävät paljon muutakin kuin vain graafisen esityksen. Tutkimuksen tulokset osoittivatkin, että kartta-alustat sisältävät useita samoja saavutettavuushaasteita kuin esimerkiksi yksinkertaiset verkkosivut. Tällaisia ovat esimerkiksi toisiaan lähekkäin olevat värit sekä sivun vierittäminen. Tuloksien perusteella kuitenkin ymmärrettiin, että vaikka haasteet ovat samoja saattaa syyt jälleen olla erilaisia eikä samat ratkaisut päde niihin.

Toiseen tutkimuskysymykseen voidaankin vastata varsin uskottavasti, että verkkopohjaisten kartta-alustojen kuten interaktiivisten, jatkuvaa tietoa

sisältävien, temaattisten ja maastokarttojen yhteydessä on havaittavissa sisällön runsauteen, erilaisiin kartalla oleviin käyttöliittymäelementteihin, karttojen aseteluun ja visuaaliseen ilmeeseen, liikkuttamista vaativiin toiminnallisuuksiin, karttojen johdonmukaisuuteen sekä karttojen visuaalisiin elementteihin liittyviä eri tasoisia saavutettavuushaasteita, joiden syyt riippuvat käyttäjien kognitiivisista, motorisista ja näkörajoitteista.

Kolmannessa tutkimuskysymyksessä etsittiin ratkaisuja toisen tutkimuskysymyksen myötä havaittuihin haasteisiin. Saavutettavuushaasteiden ratkaisujen tueksi määritelty WCAG 2.1 saavutettavuusohjeistus ei ole määrittänyt ratkaisuja verkkopohjaisten karttojen saavutettavan suunnittelun tueksi, vaan eneminkin antaa karttojen toteutukselle erityisoikeuksia saavuttamattomasta toteutuksesta. Tähän yhtenä syynä on varmasti tutkimuksen puute ja tiedon vähäisyys aiheesta. Ylipäätänsä ratkaisuja karttapohjaisiin käyttöliittymiin ei ole taustakirjallisuudesta löydetty, vaan aiheeseen liittyy selkeä tutkimusaukko. Ratkaisut painottuvat avustavien teknologioiden käyttöön eikä saavutettavaan käyttöliittymäsuunnitteluun. Tämän tutkimuksen tulokset antoivat kuitenkin muutamia ratkaisuehdotuksia, miten luoda verkkopohjaisista kartta-alustoista saavutettavia. Käyttäjätestauksen tulosten perusteella todettiin, että ratkaisut ovat yksilöllisiä ja täydellistä saavutettavuutta on toistaiseksi lähes mahdoton toteuttaa suoraan käyttöliittymälle etenkin koko graafisen kartan osalta. Täydellisiä ratkaisuja, jos niitä on edes mahdollista löytää, varten tulee tehdä vielä paljon tutkimustyötä saavutettavuuden sekä sen määritelmän ja vaatimusten osalta.

Puolistrukturoidun haastattelun tulosten pohjalta voitiin kuitenkin määrittää muutamia yksilöllisiä ratkaisuehdotuksia saavutettavuushaasteiden ratkaisemiseksi. Nämä ratkaisut ovat seuraavat:

- oleellinen ja tärkeä tieto parin klikkauksen päässä
- mahdollisuus tiedon ja karttatasojen suodattamiseen
- perustietojen ja tärkeimpien tietojen tekstimuotoisuus
- informaation esittäminen tekstimuotoisena selkeällä alustalla / ei tietoa pelkästään visuaalisessa muodossa kartan päällä
- selkeät painikkeet ja elementtikuvaukset
- käyttöliittymän eri tasojen suunnittelu loogisesti ja yhdenmukaisesti keskenään
- otsikkotasojen ja elementtien looginen ja toistuva käyttö
- elementteihin pääseminen ja elementtien toimiminen samoilla komennoilla
- vähemmän erilaisia elementtejä ympäri käyttöliittymää
- ei nimeämättömiä elementtejä ja pelkkiä visuaalisia vihjeitä
- interaktiivisen kartan yhteydessä hakukenttä visuaalista karttaa tärkeämpi ominaisuus
- ei raahattavia elementtejä
- ei pelkästään visuaalisia valikoita
- lähennä ja loitonna ominaisuus muuten kuin liukusäädin elementtinä

- tiedon ajantasaisuus tärkeä jatkuvaa tietoa sisältävissä kartoissa
- ohjeiden ajantasaisuus ja yksinkertaisuus
- pienempi sisällön määrä
- toiminnallisuuksia, joissa yhden alueen havainnointi kerrallaan mahdollista.

Kaiken kaikkiaan kolmanteen ja viimeiseen tutkimuskysymykseen, miten luoda verkkopohjaisista kartta-alustoista saavutettavia, ei voida antaa taustakirjallisuuden tukemia vastauksia aiemman tutkimuksen puutteen takia. Kuitenkin suuntaa antavia ratkaisuja, jotka ovat linjassa karttoihin liittyvien saavutettavuushaasteiden kanssa, voitiin tässä tutkimuksessa esittää. Osa esille nousseista haasteista voidaan toki ratkaista WCAG 2.1 saavutettavuusohjeiden mukaisesti, mutta kaikkiin haasteisiin ratkaisua ei ole kehitetty tai olemassa olevan ratkaisun soveltaminen karttoihin ei toisi toivottua tulosta. Esimerkiksi informatiivisten värien muuttaminen selkeämmiksi ei ole mahdollista, mutta kartta-alustalla olevien tekstien ja elementtien kontrastin, kirkkauden ja erottuvuuden muuttaminen riittäväksi tulisi olla mahdollista.

Lopuksi voidaan todeta, että kaikkiin kolmeen alussa esitettyyn tutkimuskysymykseen saatiin pätevä vastaus tutkielmassa tehdyn kirjallisuuskatsauksen sekä itse tutkimuksen perusteella.

7.2 Tutkimuksen ja tulosten merkitys

Erilaiset vammat, rajoitteet sekä aistien ja kykyjen heikkoudet ja puutteet vaikeuttavat esimerkiksi verkkopohjaisilla käyttöliittymillä toimimista aiheuttaen erilaisia haasteita. Vuonna 2017 noin 15 prosentilla maailman väestöstä oli jokin fyysinen-, aisti- tai kognitiivinen vamma (Ramakrishnan ym., 2017). WHO on arvioinut vammojen ja toimintaa rajoittavien sairauksien lisääntyvän tulevaisuudessa ikääntyvän väestön lisääntymisen sekä yleistyneiden elintasosairauksien myötä (World Health Organization, 2011). Samaan aikaan Internetin käyttö on lisääntynyt yli 1000 % vuodesta 2000 lähtien. Jo vuonna 2016 yli 3,6 miljardia ihmistä eli melkein puolet maailman väestöstä käytti Internetiä. Toisin sanoen Internetistä on tullut yksi laajimmin käytetyistä teknologioista. (Ramakrishnan ym., 2017.) Kuitenkin yli miljoonalla ihmisellä Suomessa on haasteita verkkopohjaisten käyttöliittymien kuten verkkopalveluiden käytössä (Aluehallintovirasto, 2020).

Toisin sanoen tarve saavutettaville verkkopohjaisille käyttöliittymille on merkittävä. Kuten aiemmin todettiin, saavutettavat verkkopalvelut on alustavasti suunniteltu vamma ja rajoiteryhmiä varten, mutta ne auttavat myös muita verkkopohjaisten käyttöliittymien käyttäjiä esimerkiksi ympäristöllisten rajoitteiden vallitessa. Tästä huolimatta 96.8 % verkkosivuista maailmanlaajuisesti ei noudata täysin WCAG 2.1 saavutettavuuskriteerejä (WebAIM, 2022). Syynä heikkoon saavutettavuustasoon voidaan pitää suurelta osin osaamisen puutetta. Inalin ym. (2020) tekemän tutkimuksen mukaan 18.6 % pohjoismaisista

käyttöliittymäsuunnittelijoista ei tiedä, miten suunnitella verkkopalveluista saavutettavia.

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli lisätä tieteellistä ymmärrystä saavutettavuuden saralla sekä pureutua yhteen saavutettavassa toteutuksessa nähtyyn ongelmakohtaan. Tutkimuksen merkitys on myös lisätä tieteellistä ymmärrystä saavutettavuuden tutkimisesta samalla, kun tutkimuksen tulokset lisäävät ymmärrystä konkreettisista ongelmista saavutettavuuteen liittyen sekä antavat myös muutamia helposti toteutettavia konkreettisia ratkaisuehdotuksia.

Karttojen sisältämien ongelmakohtien tutkiminen edesauttaa myös muiden saavutettavuuden kannalta haasteellisten elementtien toteuttamista saavutettavasti ja niihin liittyvien ongelmien ratkaisemista. Esimerkiksi moni verkkopohjainen kartta-alusta sisältää 3D-mallinnusta ja interaktiivisia teknologioita, jotka ovat yleisesti haaste saavutettavuuden alalla. Erityisesti sellaiset 3D-kuvat ja interaktiiviset teknologiat, jotka perustuvat visuaaliseen tietoon, kuten niiden sisältämien elementtien sijaintiin ja toiminnallisuuksiin, tuottavat haasteita vammaisille käyttäjille (Yaneva & Ahmetovic, 2020). Vaikka 3D-mallinnus aiheuttaa haasteita, olisi se kuitenkin hyvä mahdollisuus itsessään parantamaan verkkopalveluiden saavutettavuutta. Sen avulla voitaisiin esimerkiksi helposti esittää sisältöä viittomakielellä tuotettuna. (Kelle & Garcia, 2007.) Toisin sanoen kartat ovat elementtejä, jotka sisältävät paljon saavutettavuuden kannalta haasteellisia elementtejä. Tutkimuksen tuloksia voidaan siis soveltaa laajempaankin näkökulmaan ja muihin verkkosivujen elementteihin.

Kaikenlaisten verkkopohjaisten käyttöliittymien toteuttaminen saavutettavasti tarjoaa jälleen laajemmalle joukolle ihmisiä tasapuolisemmat mahdollisuudet käyttää verkkopalveluja ja päästä käsiksi teknologian myötä kehittyviin yhä monimuotoisempiin verkkopohjaisiin elementteihin. Toisin sanoen teknologian kehittyminen ei saisi olla haaste vaan mahdollisuus. Jotta näin olisi, tulee tutkimus- ja kehitystyötä tehdä monimutkaisten verkkopohjaisten elementtien saralla.

Saavutettavat verkkoalustat eivät hyödytä pelkästään niiden käyttäjiä vaan myös palvelun tarjoajia. Kuten on todettu, saavutettavuus kytkeytyy käytettävyyteen lähes poikkeuksetta parantaen sitä. Käytettävät palvelut taas parantavat käyttäjäkokemusta ja niin ollen myös kyseisen verkkoalustan käyttöä. Tämän lisäksi saavutettavasti toteutetut palvelut ovat helpommin löydettävissä hakukoneiden avulla.

Saavutettavuus teemana tarjoaa paljon tutkimusaiheita, mutta myös tämä tutkimus tarjoaa potentiaalisia jatkotutkimusaiheita tieteenalalle. Tämän sisältöluvun viimeisessä kappaleessa on pureuduttu tarkemmin jatkotutkimusaiheisiin.

7.3 Tutkimuksen rajoitukset, validiteetti ja luotettavuus

Tutkimuksen validiteetti kuvastaa sitä, kuinka hyvin tutkimus mittaa sen avulla selvitettävää asiaa eli kuinka hyvin mittari kuvaa tutkittua ilmiötä. Huono validiteetti tai sen puuttuminen johtaa väärän asian tutkimiseen eli tutkimuksen

kohdistumiseen ohi aiheen. Seuraavaksi tarkastellaan tutkimuksen rajoituksia ja sitä kautta validiteettia eri osa-alueilla.

Tutkimusmenetelmäksi valittu empiirinen laadullinen tutkimus soveltui hyvin uuden tutkimusalueen tiedon syventämiseen sekä laajentamiseen. Aineistonkeruu menetelmäksi valittu TAP-menetelmä eli ääneen ajattelun menetelmä on yleinen tapa tutkia käyttöliittymien saavutettavuutta, joten se soveltui myös hyvin aiheen mittaamiseen (Roberts & Fels, 2006). Kuitenkin on todettu, että TAP-menetelmä ei ole paras menetelmä tutkimaan sokeita koehenkilöitä, jotka käyttävät ruudunlukijaa suoriutuakseen tehtävistä. Tämä perustuu siihen, että he eivät pysty lähtökohtaisesti kuuntelemaan ruudunlukijaa samaan aikaan, kun tuottavat ajatuksiaan ääneen. (Chandrashekar ym., 2006.) Mikäli tutkimuksen otanta olisi koostunut pelkästään sokeista koehenkilöistä, olisi menetelmän valintaa pitänyt harkita enemmän.

Tutkimuksen otannassa ei todettu olevan vinoumia. Rajoiteryhmiin kuuluvat koehenkilöt olivat keskenään eri ikäisiä sekä käyttivät verkkopohjaisia kartta-alustoja päivittäiseltä tasolta kuukausitasolle. Jokainen koehenkilö käytti myös tietokonetta päivittäin. Miehiä oli suhteessa kuitenkin enemmän kuin naisia. Yhdeksästä koehenkilöstä vain kaksi oli naista. Toisin sanoen näkörajoitteisten ryhmään ei kuulunut yhtään naispuoleistakoehenkilöä. Tässä tutkimuksessa sukupuolella ei kuitenkaan nähty olevan merkitystä tulosten kannalta vaan koehenkilöiden vamma oli merkittävin tekijä. Koehenkilöiden iällä saattoi olla vaikutusta tulosten kannalta, sillä ikääntyminen nähtiin yhdeksi kognitiivisia rajoitteita aiheuttavaksi tekijäksi. Koehenkilöitä saatiin kuitenkin tasaisesti eri ikäryhmistä, joten iän ei nähty vaikuttavan tutkimuksen validiteettiin. Enemmin voidaan jäädä miettimään, oliko ikääntynyt koehenkilö sopivin edustamaan ikääntyneiden ryhmää ja olisiko motorisesti rajoittuneisiin pitänyt kuulua myös esimerkiksi yksi yläraajahalvaantunut. Ylipäätänsä laadullisen otoksen ollessa pieni voidaan pohtia, kuinka hyvin se edustaa tutkittavaa osaa koko väestöstä. Tutkimuksen tulokset kuitenkin olivat linjassa aiempien tutkimusten kanssa aiheesta eli korrelatiivinen validiteetti on havaittavissa. Tuloksista oli havaittavissa myös vammakohtaisia haasteita, joten voidaan todeta, että otanta oli validi. Otanta antoi siis haluttuja tuloksia, mutta laajempi otanta olisi voinut antaa vielä kattavampia tuloksia. Laajemmalla otannalla viitataan kaikkien mahdollisten vammaryhmien mukaan ottamiseen sekä koehenkilöiden valintaan mahdollisimman dominoivien vammojen mukaan. Kuitenkin voidaan todeta, että tutkimuksen tulokset ovat yleistettävissä koko väestöön, mutta olisivat varmasti vielä laajemmat isomman otannan myötä.

Oleellista on myös pohtia, vaikuttiko koehenkilöiden karttojen käytön yleisyys tuloksiin vääristäen niitä. Mikäli koehenkilölle kartta-alusta oli tuntematon, saattoi haasteita ilmetä enemmän verrattuna tilanteeseen, jossa koehenkilö tiesi heti, mistä lähteä tiettyä toiminnallisuutta etsimään. Toisaalta, jos kartta-alustat olisivat olleet täysin tuttuja, ei kaikkia autenttisia haasteita olisi noussut esiin. Toisin sanoen tutkimuksen validiteetin kannalta koehenkilöiden osaamistason jakautuminen päivittäiseltä tasolta kuukausitasolle oli tuloksia tasaava tekijä eli validiteetin kannalta toimiva ratkaisu.

Mitä tulee itse kokeeseen, voidaan jäädä miettimään valittuja kartta-alustoja sekä käyttäjätestauksen tehtäviä. Tehtävät suunniteltiin aiemman kirjallisuuden perusteella eli teoriapohjalla oli iso merkitys tutkimuksen validiteettiin. Teoreettinen lähestymistapa tuki tutkimuksen tavoitetta sekä kirjallisuuskatsauksen käsitteet olivat linjassa keskenään selittäen ja määrittäen toisiaan. Toisin sanoen käsitevaliditeetti nähdään päteväksi, mikä on perusta tämän tutkimuksen sisältövaliditeetille kuten juuri käyttäjätestauksessa käytetyille tehtäville. Jälleen keran tehtävien määrällä olisi voitu saada kattavampia tuloksia, mutta tutkimusressurssien rajallisuuden takia se ei ollut mahdollista. Tehtävät ja kysymysten asetelu antoivat kuitenkin haluttuja tuloksia ja tukivat aiempaa teoriapohjaa. Myös valitut kartta-alustat tukivat halutun aiheen mittaamista. Toki itse luodut kartta-alustat olisivat olleet paras tapa mitata haasteita. Validiteettiin vaikutti esimerkiksi sokeiden koehenkilöiden mahdottomuus toimia temaattisella- ja maastokartalla niiden puutteellisen saavutettavuuden takia. Voidaan jäädä miettimään, olisiko valittujen kartta-alustojen pitänyt olla saavutettavampia käyttäjätestiä varten vai riittikö pääsy suurimpaan osaan elementeistä. Samoin kuin otannassa, valitut kartta-alusta edustivat isompaa joukkoa erilaisia karttoja. Yleistettävyyden ja ulkoisen validiteetin kannalta vielä useamman kartta-alustan tutkiminen olisi voinut antaa kattavamman tuloksen.

Koetilanne onnistui toteuttaa mahdollisimman autenttisesti. Etenkin koehenkilöiden osallistuessa etänä kotoa käsin, muistutti tilanne normaalia käyttötilannetta eikä havainnoijaa huomioitu ollenkaan heidän tehdessään itsenäisesti tehtäviä. Reliabiliteettiin vaikuttava tekijä oli kuitenkin vihjeiden antaminen kokeen aikana. Vihjeiden antamiseen ei ollut tarkasti kuvattua suunnitelmaa. Vihje annettiin koehenkilölle, mikäli hän ei millään päässyt tehtävässä eteenpäin. Jos vihjeestä huolimatta esteestä yli pääseminen ei onnistunut, keskeytyi tehtävä. Vihje huomioitiin tuloksissa, joten se ei ollut validiteettiin vaikuttava tekijä.

Reliabiliteettiin vaikutti myös laadullisen aineiston koodaaminen ja teemoittelu, mikä saattaa hieman vaihdella tutkijan mukaan. Tutkimusmenetelmien kuvauksessa kuitenkin määriteltiin epäonnistuneiksi prosesseiksi eli haasteiksi laskettavat tekijät sekä määriteltiin datan analysointi tavat. Analysointimenetelmä vastaa tutkimusaineistoa eli sisältövaliditeetti pätee. TAP-menetelmän analysointi vaatii yleensä useamman eri asiantuntijan analysoimaan aineistoa, jotta myös havaintojen vertailu on mahdollista. Tässä tutkimuksessa se ei ollut mahdollista, joten jotkut johtopäätökset saattavat olla harhaanjohtavia tai hieman virheellisiä.

Kaiken kaikkiaan tutkimus ja sen avulla saadut tutkimustulokset voidaan todeta olevan valideja. Tutkimustulokset osoittavat, että kerätty tieto vastaa teoriaa aiheesta sekä pystyy tarkentamaan ja parantamaan sitä. Tutkimuksen avulla on myös mahdollista vastata tutkielman tutkimusongelmaan ja -kysymyksiin sekä yleistää saatuja tuloksia.

Reliabiliteetti toteutuu tutkimuksessa myös hyvin. Tässä tutkimuksessa reliabiliteettia on mitattu rinnakkaismittauksella sekä mittarin sisäisellä konsistenssilla eli yhtenäisyyden kautta. Rinnakkaismittauksessa mitataan kohdetta samaan aikaan eri mittarilla eli tässä tutkimuksessa käyttäjätestintuloksia

vahvistettiin puolistrukturoiduilla haastattelulla ja sitä kautta varmistettiin reliabiliteettia. Sisäistä konsistenssia mitataan samaan aikaan samalla mittarilla. Tämä näkyi käyttäjätestin tehtävien asettelussa niin, että samoja oletettuja haasteita sisällytettiin useampaan kysymykseen, jotta ilmiöitä voitiin havainnoida useampaan kertaan ja saatuja tuloksia vertailla keskenään.

7.4 Jatkotutkimusaiheet

Jatkossa olisi mielenkiintoista toistaa tässä tutkielmassa tehty tutkimus laajemmalla mittakaavassa, eli ottamalla jokaisesta rajoiteryhmästä kattavampi otanta eri vammaryhmistä sekä luoda tutkimukseen varta vasten suunnitellut verkkopohjaiset alustat. Tämä vaatisi kuitenkin isompia resursseja ajallisesti sekä merkittävää asiantuntevaa panosta, jotta tutkimuksessa käytetyistä verkkoalustoista saataisiin lähtötasolta riittävän saavutettavat. Isommilla resursseilla ja laajemmalla otannalla tuloksia voitaisiin lähteä laajentamaan ja vertailemaan paremmalla tasolla. Tutkimuksen pituutta olisi myös mielenkiintoista laajentaa. Toisin sanoen toistaen alkuperäisen tutkimussuunnitelman käyttäjättestaus useamman kerran niin, että jokaisen kerran välissä koalustaa muutetaan tulosten perusteella saavutettavammaksi. Käyttäjä testauksia olisi mielenkiintoista toistaa niin pitkään, että merkittäviä saavutettavuushaasteita ei nousisi tutkimuksessa enää esiin.

Mielenkiintoista olisi myös lähteä tutkimaan kunnolla ratkaisuja verkkopohjaisissa kartoissa nousseisiin saavutettavuushaasteisiin. Kuten aiemmin todettiin, verkkopohjaisia kartta-alustoja on tutkittu vasta vähän saavutettavuuden näkökulmasta eikä realistisia ratkaisuja ole niihin vielä kunnolla löydetty. Realististen ratkaisujen löytyminen ja sitä kautta saavutettavuusdirektiivin päivittäminen karttojen osalta olisi merkityksellistä. Se vaatisi kuitenkin laajaa tutkimustyötä yhdessä rajoiteryhmiin kuuluvien henkilöiden kanssa.

Karttojen saavutettavuushaasteiden ratkaisuihin liittyen kolmas mielenkiintoinen jatkotutkimusaihe olisi lähteä tutkimaan, mikä on tarpeeksi saavutettava graafinen kartta. Kuten aiemmin todettiin, koko graafisen kartan muuttaminen täysin saavutettavaksi on ainakin toistaiseksi mahdottomuus. Olisikin mielenkiintoista selvittää karttojen oleellisia piirteitä, joiden toteuttaminen saavutettavassa muodossa mahdollistaisi niin sanotun riittävän saavutettavuuden.

Tutkimuksen aikana nousi esiin vielä yksi jatkotutkimusaihe. Moni tutkimuksen koehenkilöistä totesi puhelimen olevan tietokonetta ja tablettia parempi väline verkkopohjaisten karttojen käyttämiseen ja havainnoimiseen. Olisikin mielenkiintoista lähteä tutkimaan syitä tämän väitteen takana sekä mahdollisia tekijöitä, jotka tekevät mobiililaitteen käytöstä helpompaa PC laitteeseen eli tietokoneeseen verrattuna käytettäessä verkkopohjaisia kartta-alustoja.

8 YHTEENVETO

Verkkopohjainen saavutettavuus on noussut aiheena koko ajan merkittävämäksi Internetin ja verkkopohjaisten käyttöliittymien käytön kasvaessa huomattavasti viimeisten vuosikymmenien aikana. Kaikkien käyttäjien pääsyyn verkkosisältöön rajoitteista ja vammoista huolimatta on alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota saavutettavuusdirektiivin voimaan astumisen myötä. Saavutettavuustutkimus ja -osaaminen on kuitenkin vielä heikko tasolla eikä esimerkiksi verkkopohjaisten kartta-alustojen saavutettavaan toteuttamiseen ole löydetty ratkaisuja. Myös teknologia kehittyy koko ajan eteenpäin ja verkkopohjaisten käyttöliittymien elementeistä on tullut yhä monimutkaisempia. Yli miljoona suomalaista tarvitsee saavutettavuutta synnynnäisen tai iän mukanaan tuoman fyysisen-, kognitiivisen tai aistivamman takia. Toisin sanoen tarve saavutettavuustutkimukselle on merkittävä. Tässä tutkimuksessa saavutettavuusteema rajattiin verkkopohjaisiin kartta-alustoihin pyrkien selvittämään kartta-alustojen saavutettavuushaasteita sekä ratkaisuja havaittuihin haasteisiin seuraavien tutkimuskysymysten avulla:

- Mitkä verkkopohjaiset kartta-alustat ovat saavutettavuuden kannalta haasteellisia ja kenelle?
- Mitä saavutettavuushaasteita nousee esiin verkkopohjaisten kartta-alustojen yhteydessä?
- Miten luoda verkkopohjaisista kartta-alustoista saavutettavia?

Tutkimus aloitettiin luomalla teoreettinen viitekehys perehtymällä aiempaan tieteelliseen kirjallisuuteen ja tutkimuksiin kirjallisuuskatsauksen muodossa. Kirjallisuuskatsauksen avulla vastattiin ensimmäiseen tutkimuskysymykseen. Havaittiin, että verkkopohjaisissa kartta-alustoissa saavutettavuushaasteita aiheuttavat käyttäjien kognitiiviset-, motoriset- sekä näkörajoitteet. Haasteita on havaittavissa interaktiivisissa-, jatkuvaa tietoa sisältävissä -, temaattisissa- sekä maastokartoissa.

Teoreettisen viitekehysten pohjalta luotiin empiiriselle laadulliselle tutkimukselle runko. Laadullinen tutkimus toteutettiin käyttäjätestauksena

hyödyntäen ääneen ajattelun (TAP) menetelmää. Käyttäjätestauksen tukena tutkimukseen osallistuneilta yhdeksältä koehenkilöltä kysyttiin myös muutamia puolistrukturoituja haastattelukysymyksiä. Koehenkilöt valittiin kolmesta kirjallisuuskatsauksen perusteella havaitusta saavutettavuushaasteista aiheuttavasta rajoiteryhmästä. Käyttäjätestauksen avulla etsittiin vastaus kahteen viimeiseen tutkimuskysymykseen. Nauhoitettuja käyttäjätestauksen tuloksia lähdettiin analysoimaan litteroidusta datasta erotellen epäonnistuneita prosesseja tehtävänälyysin avulla. Havaitut haasteet koodattiin ja teemoiteltiin tulosten analysoinnin helpottamiseksi. Käyttäjätestauksen tuloksia vertailtiin lopuksi puolistrukturoitujen haastattelujen vastauksiin sekä kirjallisuuskatsauksen tuloksiin reliabiliteettin varmistamiseksi.

Tutkimuksessa havaittiin, että verkkopohjaisiin karttoihin liittyy vielä paljon haasteita, joista jotkut estävät kartta-alustalla kokonaan toimimisen joltain rajoiteryhmältä tai vammalta ja jotkut vaikeuttavat vähän tai hieman enemmän kartalla toimimista. Tutkimuksessa havaittiin sekä kognitiivisten -, motoristen - että näkörajoitteiden aiheuttamia haasteita liittyen aistinvaraiseen, kognitiiviseen sekä tekniseen saavutettavuuteen. Haasteita esiintyi kaikilla neljällä karttatyypillä eli interaktiivisilla, jatkuvaa tietoa sisältävillä, temaattisilla sekä maastokartoilla. Havaitut saavutettavuushaasteet vaihtelivat vamma, rajoiteryhmä sekä karttatyypeittäin. Myös samoja haasteita edellä mainittujen teemojen välillä oli havaittavissa, vaikkakin niiden takana saattoi olla eri aiheuttajia. Ylipäätensä haasteita havaittiin yhteensä noin 40 erilaista. Verkkopohjaisiin karttoihin liittyviä saavutettavuushaasteita havaittiin sisällön runsauteen, erilaisiin kartalla oleviin käyttöliittymäelementteihin, karttojen asetteluun ja visuaaliseen ilmeeseen, liikkuttamista vaativiin toiminnallisuuksiin, karttojen johdonmukaisuuteen sekä visuaalisiin elementteihin liittyen.

Havaitut haasteet olivat linjassa puolistrukturoitujen haastattelujen vastausten sekä kirjallisuuskatsauksessa havaitun aiemman teorian kanssa antaen myös uutta tietoa. Tulokset olisivat kuitenkin voineet olla kattavammat tutkimuksen toteutukseen käytettävissä olleiden resurssien ollessa isommat. Otannan ollessa suurempi olisi myös yleistettävyyden validimpi. Tehtävänälyysiin erikoistunut analysoija olisi myös voinut saada kerätystä datasta kattavamman analyysin. Voidaan jäädä myös pohtimaan, oliko TAP-menetelmä paras mittaamaan sokeiden kohtaamia haasteita verkkopohjaisissa kartoissa heidän käyttäessään ruudunlukijaa tukena.

Ratkaisuja havaittuihin saavutettavuushaasteisiin etsittiin puolistrukturoitujen haastattelujen vastauksista. Jo käyttäjätestauksen tulosten perusteella todettiin, että ratkaisut ovat yksilöllisiä ja täydellistä saavutettavuutta on toiseksi lähes mahdoton toteuttaa koko graafisen kartan osalta. Ylipäätensä ratkaisujen kohdalla on selkeä tutkimusaukko tieteessä. Niitä varten tulee tehdä vielä paljon tutkimustyötä saavutettavuuden sekä sen määritelmän ja vaatimusten osalta. Vasta murto-osaan tutkimuksessa havaituista haasteista löytyy ratkaisu WCAG 2.1 saavutettavuusohjeesta. Tässä tutkimuksessa löydettiin kuitenkin muutamia alustavia ratkaisuja, jotka ovat linjassa havaittujen haasteiden kanssa. Tutkimuksessa havaitut verkkopohjaisiin karttoihin liittyvät

saavutettavuushaasteet sekä löydettyt alustavat ratkaisut on esitetty tiiviisti seuraavassa taulukossa (taulukko 9).

TAULUKKO 9 Tutkimuksessa havaitut saavutettavuushaasteet ja ratkaisut

Teema	Haaste	Ratkaisu
Sisällön runsaus	<ul style="list-style-type: none"> -Yleiskuvan, elementtien ja alueiden sekä niiden rajojen hahmottamisen vaikeus -Paljon sisältöä ympäri käyttöliittymää / tiedon ylikuormitus / halutun kohteen etsimisen vaikeus -Ison tietomäärän suodattaminen ei mahdollista -Monivaiheinen tiedon etsimispolku -Karttamäärittäminen/ tasokuvausten havaitseminen käyttöliittymältä/ kartan sisältämien elementtien havaitseminen / tarkkaavaisuuden puute -Elementtien/tiedon epäjärjestelmällinen asetelu -Huonot ohjeet, jos sellaiset ylipäättänsä löytyy -Tekstimuotoisen ja visuaalisen tiedon samanlainen hyödyntäminen 	<ul style="list-style-type: none"> -Oleellinen ja tärkeä tieto parin klikkauksen päässä -Mahdollisuus tiedon ja karttatasojen suodattamiseen -Vähemmän erilaisia elementtejä ympäri käyttöliittymää -Ohjeiden ajantasaisuus ja yksinkertaisuus -Tiedon ajantasaisuus tärkeä jatkuvaa tietoa sisältävissä kartoissa -Pienempi sisällön määrä -Yhden alueen havainnointi kerrallaan
Käyttöliittymäelementit	<ul style="list-style-type: none"> -Elementit, joihin ei pääse ruudunlukijan pikanavigointi-/lomakekenttä komennolla -Täytettävät kentät / hakupalkki / reitinhaakuominaisuudet -Pop-up ikkunat -Epäselvät painikkeet/kuvalinkit -Pienet elementit -Pudotusvalikot 	<ul style="list-style-type: none"> -Selkeät painikkeet ja elementtikuvaukset
Asettelu & visuaalinen ilme	<ul style="list-style-type: none"> -Eri toiminnallisuudet, joissa toisiaan lähekkäin olevat tekstit -Toisiaan fyysisesti lähekkäin olevat elementit -Matalat ja heikot kontrastit sekä kirkkaudet -Pienet tekstit/alaotsikoiden huomaaminen -Lähekkäiset värit / väreihin pohjautuva tieto / -Poikkeaville värinäkoryhmille haasteelliset väriyhdistelmät 	
Liikkumista vaativat toiminnallisuudet	<ul style="list-style-type: none"> -3D elementissä liikkuminen (Street view) / kartan selailu vertikaalisesti ja horisontaalisesti -Panorointi, lähentäminen ja loitontaminen -Tekstin yliviivaaminen -Elementin aktivoiminen -Sivun/elementin vierittäminen -Liikutettavat/raahattavat elementit -Liu'utettavat elementit (liukusäädin) -Tiedon muuttuminen kursorin liikkeen mukaan -Kartan kohdentaminen / kohteeseen keskittäminen 	<ul style="list-style-type: none"> -Ei raahattavia elementtejä -Lähennä ja loitonna ominaisuus muuten kuin liukusäädin elementtinä

Johdonmukaisuus	-Elementtien ja tiedon epäloogisuus ja -yhdenmukaisuus -Kartan visuaalisen ja sitä vastaavan tekstimuotoisen informaation vastaamattomuus -Elementin normaalista poikkeava sijainti -Epäselkeät painike, elementti ja määrite kuvaukset	-Käyttöliittymän eri tasojen suunnittelu loogisesti ja yhdenmukaisesti keskenään -Otsikkotasojen ja elementtien looginen ja toistuva käyttö -Elementteihin pääseminen ja elementtien toimiminen samoilla komennoilla
Visuaaliset elementit	-Karttamääritteiden tulkitseminen -Visuaalinen oletusarvotieto (esim. joet ovat sinisiä viivoja) -Sokeilla ei pääsyä visuaaliseen karttatietoon -Kaikki teksti ei ole ruudunlukijan saavutettavissa / ruudunlukuohjelman kanssa yhteensopivan semanttisen rakenteen ja interaktiivisuuden puute -Visuaaliset vihjeet / visuaaliset nimeämättömät elementit -Visuaalisen informaation lukeminen ja hahmottaminen/ elementtien erottaminen taustasta	-Perustietojen ja tärkeimpien tietojen tekstimuotoisuus -Informaation esittäminen tekstimuotoisena selkeällä alustalla/ ei tietoa pelkästään visuaalisessa muodossa kartan päällä -Ei nimeämättömiä elementtejä ja pelkkiä visuaalisia vihjeitä -Interaktiivisen kartan yhteydessä hakukenttä visuaalista karttaa tärkeämpi ominaisuus -Ei pelkästään visuaalisia valikoita

Tämän tutkimuksen tieteellinen merkitys oli lisätä ymmärrystä saavutettavuudesta ja sen tutkimisesta sekä siihen liittyvistä haasteista ylipäättänsä ja tarkemmin verkkopohjaisten karttojen osalta. Tutkimuksessa havaittiin selkeä tutkimusaukko tutkittavan aiheen kohdalla, joten sen täyttäminen ja tutkimustyön edistäminen olivat tärkeitä tavoitteita. Kartat sisältävät monia erilaisia tekniikoita, joten niiden sisältämien ongelmakohtien tutkiminen edesauttaa myös muiden saavutettavuuden kannalta haasteellisten elementtien sisältämien ongelmien havaitsemista sekä toteuttamista saavutettavasti. Käytännön näkökulmasta tutkimuksen tulokset edesauttavat verkkopohjaisten käyttöliittymien toteuttamista saavutettavasti tarjoten jälleen laajemmalle joukolle ihmisiä tasapuolisemat mahdollisuudet käyttää verkkopalveluja ja päästä käsiksi teknologian myötä kehittyviin yhä monimuotoisempiin verkkopohjaisiin elementteihin.

Tutkimus tarjosi myös potentiaalisia jatkotutkimusaiheita, jotka ovat listattuna alla:

- Vastaavan tutkimuksen toteuttaminen uudestaan laajemmassa mitakaavassa ja varta vasten suunnitelluilla kartta-alustoilla.

- Realististen saavutettavuusratkaisujen etsiminen kartta-alustojen toteuttamiseksi saavutettavasti.
- Riittävän saavutettavuuden määrittäminen kartta-alustojen osalta – Mikä on tarpeeksi saavutettava kartta?
- Miksi mobiililaitteilla kartta-alustat koetaan helpommiksi käyttää verrattuna PC laitteisiin?

Kaiken kaikkiaan saavutettavuus on teemana nuori tieteellisessä kirjallisuudessa ja tutkimuksessa. Saavutettavuusteema kaipaa vielä paljon lisää tutkimusta monesta eri näkökulmasta.

LÄHTEET

- Allan, J., Kirkpatrick, A. & Henry, S. L. (2016). *Accessibility Requirements for People with Low Vision* (uusin julkaistu versio, luettu 23.11.2021) [sähköinen tutkimusaineisto]. W3C Working Draft. Haettu osoitteesta <https://www.w3.org/TR/low-vision-needs/#user-needs>
- Aluehallintovirasto. (2020, 17. elokuuta). *Saavutettavat digipalvelut rakentavat yhdenvertaista Suomea*. Haettu osoitteesta 15.11.2021 <https://www.saavutettavuusvaatimukset.fi/saavutettavat-digipalvelut-rakentavat-yhdenvertaista-suomea/>
- Aluehallintovirasto. (2021a). *Tietoa WCAG- ohjeistuksesta*. Haettu osoitteesta 15.11.2021 <https://www.saavutettavuusvaatimukset.fi/digipalvelulain-vaatimukset/tietoa-wcag-kriteereista/>
- Aluehallintovirasto. (2021b). *WCAG 2.1 : lain vaatimukset*. Haettu osoitteesta 15.11.2021 <https://www.saavutettavuusvaatimukset.fi/digipalvelulain-vaatimukset/wcag-2-1/>
- Aluehallintovirasto. (2021c). *Digipalvelulain vaatimukset*. Haettu osoitteesta 11.11.2021 <https://www.saavutettavuusvaatimukset.fi/digipalvelulain-vaatimukset/>
- Annett, J. (2003). Hierarchical task analysis. *Handbook of cognitive task design*, 2, 17–35. Haettu osoitteesta https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52578611/Handbook_of_Task_Analysis-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1658251915&Signature=RnlBpeqGpgUaCEKImMpPxO2owu3gFnDXMny2FXJWsa4LdUc2xaVJwJFNiryKytd6xWV79U08Ft4imqrLGGQIPeELtwyb9EtRbfQJ02dGXgUNIm7DikSpAwkjlW-TQeOGUAbs0NL5yr9uj8il9B9BZj5zZKuBPLmuNppxWS94TXj8ck1fbnJDfZq7iisDKihRE1iKX2KfjBaw6bjzBThEFUaBWf8WkEeBLFbOyP5bLwjNJoOR5bH1c1XNwrO7TEE1hS7JJ-HC1mUjXpeKMejhEt2sQmd00FPQi~K8RwYsUZZw-v6tKEwBjhXTYKriKbR8UYpRGGdd51-Vz3fXD7yHrIw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=84
- ATC Center. (2021). *What is Adaptive Technology?* Haettu osoitteesta 9.12.2021 <https://actcenter.missouri.edu/about-the-act-center/what-is-adaptive-technology/>
- Auerbach, C. F. & Silverstein, L. B. (2003). *Qualitative Data: An Introduction to Coding and Analysis*. New York: New York University Press.
- Bai, Y. (2019). The Relationship between website accessibility and usability: an examination of US county government online portals. *Electronic Journal of e-Government*, 17(1), 47–62. Haettu osoitteesta <https://academic-publishing.org/index.php/ejeg/article/view/666>

- Bennett, J. M. (1979). The commercial impact of usability in interactive systems. *Man-Computer Communication, Infotech State-of-the-Art, 2*, 1-17. Haettu osoitteesta <https://scinapse.io/papers/82786622>
- Blanck, P. D. (2014). *EQuality: The Struggle for Web Accessibility by Persons with Cognitive Disabilities*. New York: Cambridge University Press.
- Brophy, P. & Craven, J. (2007). Web accessibility. *Library trends, 55(4)*, 950-972. Haettu osoitteesta <https://muse.jhu.edu/article/216646>
- Brock, A. M., Froehlich, J. E., Guerreiro, J., Tannert, B., Caspi, A., Schöning, J. & Landau, S. (2018). Sig; Making maps accessible and putting accessibility in maps. *Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, SIG03*, 1-4. Haettu osoitteesta https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3170427.3185373?casa_token=hIGJQQpNakMAAAA:CNfPI60jqppVirIpNboMynVBc5oa427XH-v0_GX-z1oMEnnEZGUUIEplsPvgt9mi_Xuu_FCymnyeyw
- Calle-Jimenez, T. & Lujan-Mora, S. (2016). Web Accessibility Barriers in Geographic Maps. *International Journal of Computer Theory and Engineering, 8(1)*, 80-87. Haettu osoitteesta https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/46288/1/2016_Calle_Lujan_IJCTE.pdf
- Calle-Jimenez, T., Sanchez-Gordon, S. & Lujan-Mora, S. (2014). Web accessibility evaluation of massive open online courses on geographical information systems. *2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, s. 680-686. Haettu osoitteesta <https://sergiolujanmora.es/web-accessibility-evaluation-massive-open-online-courses-geographical-information-systems>
- Chadwick-Dias, A., Tedesco, D. & Tullis, T. (2004). Older adults and web usability: is web experience the same as web expertise? In *CHI'04 extended abstracts on human factors in computing systems*, 1391-1394.
- Chandrashekar, S., Fels, D., Stockman, T. & Bedyk, R. (2006). Using think aloud protocol with blind users: a case for inclusive usability evaluation methods. *Teoksessa Proceedings of the 8th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, 251-252.
- Dennis, N. A. & Cabeza, R. (toim.). (2008). *Neuroimaging of Healthy Cognitive Aging*. New York: Psychology Press.
- Dawson, A. (2011). *Future-Proof Web Design*. West Sussex, UK: John Wiley & Sons.
- Directive (EU) 2016/2102 of the European Parliament and of the Council of 26 October 2016 on the accessibility of the websites and mobile applications of public sector bodies (Text with EEA relevance). (2016). *Official Journal of the European Union, 327(1)*, 1-15. Haettu osoitteesta <http://data.europa.eu/eli/dir/2016/2102/oj>

- Ericsson, A. K. & Simon, H. A. (1998). How to Study Thinking in Every Life: Contrasting Think-aloud Protocols With descriptions and Explanations of Thinking. *Mind, Culture, and Activity*, 5(3), 178–186. Haettu osoitteesta https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1207/s15327884mca0503_3?casa_token=tp3b-7aHB4wAAAAA:AJQ-EpFM_NSWI1Pz9d_ZIxpve4cMGBq7GyG8kL3qZqm0JBNqIDPyw3zU8rIPxyDUM46luHQOVLQ
- Finlex. (2021a). Yleissopimus vammaisten henkilöiden oikeuksista 27/2016. Haettu osoitteesta 10.11.2021 https://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/2016/20160027/20160027_2
- Finlex. (2021b). Laki digitaalisten palvelujen tarjoamisesta 306/2019. Haettu osoitteesta 10.11.2021 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190306>
- Flavian, C., Currea, R. & Orus, C. (2009). Web design: a key factor for the website success. *Journal of Systems and Information Technology*, 11(2), 168–184. Haettu osoitteesta <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/13287260910955129/full/pdf?title=web-design-a-key-factor-for-the-website-success>
- Friedman, M. G. & Bryen, D. N. (2007). Web accessibility design recommendations for people with cognitive disabilities. *Technology and disability*, 19(4), 205–212. Haettu osoitteesta https://www.researchgate.net/profile/Mark-Friedman-2/publication/284481795_Web_accessibility_design_recommendations_for_people_with_cognitive_disabilities/links/5653fa6e08aeafc2aabb63be/Web-accessibility-design-recommendations-for-people-with-cognitive-disabilities.pdf
- Galitz, W. O. (2010). *The Essential Guide to User Interface Design : An Introduction to GUI Design Principles and Techniques* (3. painos). Indianapolis, IN: Wiley Publishing.
- Galitz, W. O. (2007). *The Essential Guide to User Interface Design : An Introduction to GUI Design Principles and Techniques*. Indianapolis, IN: Wiley Publishing.
- Gottwald, S., Laatikainen T. E. & Kyttä, M. (2016). Exploring the usability of PPGIS among older adults: challenges and opportunities. *International Journal of Geographical Information Science*, 30(12), 2321–2338. Haettu osoitteesta https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/13658816.2016.1170837?casa_token=q0sYHnc0nNMAAAAA:h21J_Xir9Y0DPwMK3jTjuvunch7xw4TSq2TliVVVAJVI0a_mOjP_6oypftnHfMdROMCFII3RR4Y
- Hallett, E. C., Arnsdorff, B., Sweet, J., Roberts, Z., Dick, W., Jewett, T. & Vu, K. P. L. (2015). The Usability of Magnification Methods: A Comparative Study Between Screen Magnifiers and Responsive Web Design. *Human*

- Interface and the Management of Information*, 181-189. Haettu osoitteesta https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-20612-7_18#citeas
- Hanson, V. L. (2011). Technology skill and age: what will be the same 20 years from now? *Universal Access in the Information Society* 10(443). Haettu osoitteesta <https://doi-org.ezproxy.jyu.fi/10.1007/s10209-011-0224-1>
- Harper, S. & Yesilada, Y. (2012). Emerging technologies and web accessibility: research challenges and opportunities focussing on vision issues. *Disability and Rehabilitation: Assistive technology*, 7(1), 1-19. Haettu osoitteesta <https://doi-org.ezproxy.jyu.fi/10.3109/17483107.2010.544369>
- Hawthorn, D. (2000). Possible implications of aging for interface designers. *Interacting with Computers*, 12(5), 507-528.
- Henry, S. L., Abou-Zahra, S. & Brewer, J. (2014). The Role of Accessibility in a Universal Web. *Proceeding W4A '14 Proceedings of the 11th Web for All Conference*, 17, 1-4. Haettu osoitteesta <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2596695.2596719>
- Heumann, J. (1998). *Keynote address to Microsoft employees and experts on disabilities and technology*. Washington: Redmond.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2000). *Tutkimushaastattelu Teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Helsinki: Yliopisto.
- Holtzschue, L. (2012). *Understanding Color; an Introduction for Designers*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Huang, T. K. & Fu, F.-L. (2009). Understanding user interface needs of e-commerce web sites. *Behaviour & Information Technology*, 28(5), 461-469. Haettu osoitteesta https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01449290903121378?casa_token=1_s_n6Qdc40AAAAA%3Aq2D7kAEBd5o88IO91cdVe0BkBbx9tAIIgbViSPkKSYq4aBTFGYW24xFeXTyPe7iB9bpHA7L9uJhr
- Höckner, K. (2012). Web-Based City Maps for Blind and Visually Impaired. (2. osa), 536-543.
- Inal, Y., Guribye, F., Rajanen, D., Rajanen, M. & Rost, M. (2020). Perspectives and Practices of Digital Accessibility: A surveys of User Experience Professionals in Nordic Countries. Teoksessa *Proceedings of the 11th Nordic Conference on Human-Computer Interaction, Shaping Experiences*, Shaping Society, 1-11.
- International Organization for Standardization. (2018a). *Information technology – User interface accessibility (ISO 9241-112:2017, 3.15)*. Haettu osoitteesta <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:29138:-1:ed-1:v1:en>
- International Organization for Standardization. (2018a). *Information technology – User interface accessibility (ISO 9241-171:2008, 3.5)*. Haettu osoitteesta <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:29138:-1:ed-1:v1:en>

- Isomäki, H., Päykkönen, K. & Sankari, A. (2003). Ikääntyneet ja tietotekniikan käytettävyys. *Gerontologia* 17(3), 149-154.
- Johnson, J. (2014). *Designing with the Mind in Mind: Simple Guide to Understanding User Interface Design Guidelines*. Waltham, MA: Morgan Kaufmann.
- Kaklanis, N. (2011). HapticRiaMaps: Towards Interactive exploration of Web World maps for the Visually Impaired. Teoksessa *The 20th International World Wide Web Conference*, 3–4. Hyderabad, India.
- Kaplan, B. & Maxwell, J. A. (2005). Qualitative Research Methods for Evaluating Computer Information Systems. Teoksessa J. G. Anderson & C. E. Aydin (toim.), *Evaluating the Organizational Impact of Healthcare Information Systems*, Health Informatics, 30–55. New York (NY): Springer.
- Kearney-Volpe, C. & Hurst, A. (2021). Accessible Web Development: Opportunities to Improve the Education and Practice of web Development with a Screen Reader. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)*, 14(2), 1–32. Haettu osoitteesta https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3458024?casa_token=S5k81tw5dW0AAAAA:BWxz8HQHctb1wIT0tq45gFM4snlwbZjwGdy_nV288saYrkBFv3hUSjtDnEbMaZoxU110sfXk4sY
- Kelle, S. & Garcia, R. M. C. (2007). Usability and accessibility in Web 3D. Teoksessa *Workshop on usability evaluation of social software (UESS07), held in conjunction with IFIP TC (Vol. 13)*.
- Kirkpatrick, A., Connor, J. O., Campbell, A. & Cooper, M. (2018). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. (uusin julkaistu versio, luettu 23.11.2021) [sähköinen tutkimusaineisto]. W3C Recommendation. Haettu osoitteesta <https://www.w3.org/TR/2018/REC-WCAG21-20180605/>
- Kouroupetroglou, G. (toim.). (2013). *Disability informatics and web accessibility for motor limitations*. IGI Global.
- Kovanen, J. (2012). Simple maps – a concept of plain cartography within a mobile context for elderly users. Teoksessa D. Whyatt & B. Rowlingson (toim.), *20th GIS Research UK annual conference, GISRUUK*. Lancaster University.
- Kulkarni, S. S. Parmar, J., Selmi, A. & Mendelson, A. (2018). Assistive technology for students with disabilities. Teoksessa *Crossing the bridge of the digital divide: A walk with global leaders*, 197–208.
- Kuparinen, L., Silvennoinen, J. & Isomäki, H. (2013). Introducing usability heuristics for mobile map applications. Teoksessa M. Buchroithner, N. Prechtel, D. Burghardt, K. Pippig & B. Schröter (toim.), *Proceedings of the 26th International Cartographic Conference, August 25–30, 2013, Dresden, Germany*. International Cartographic Association.
- Kusmaulin, P. & Tirkkonen-Conditiin, S. (1995). Think-Aloud Protocol Analysis in Translation Studies. *TTR: traduction, terminologie, redaction*, 8(1), 177–199.

- Haettu osoitteesta <https://www.erudit.org/en/journals/ttr/1900-v1-n1-ttr1482/037201ar.pdf>
- Kuuloliitto ry. (8.12.2021). *Kuuloliitto vaikuttaa*. Haettu osoitteesta <https://www.kuuloliitto.fi>
- Lal, R. (2013). *Digital Design Essentials : 100 Ways to Design Better Desktop, Web, and Mobile Interfaces*. Beverly, MA: Rockport Publishers.
- Leskelä, L. & Kehitysvammaliitto ry. (2019). *Selkokieli. Saavutettavankielen opas*. Finland: Oppimateriaalikeskus Opiker.
- Li, X., Wu, T., Li, S. & Yang, L. (2016). Color association research on red-green dichromats in the color ergonomics of user interface interaction. *Color Research & Application*, 41(6), 547-563. Haettu osoitteesta <https://jyu.finna.fi/PrimoRecord/pci.wj10.1002%2Fcol.22010>
- Lorca, P., Andres, J. D. & Martinez, A. B. (2018). The relationship between web content and web accessibility at universities: The influence of social and cultural factors. *Social Science Computer REview*, 36(3), 311-330. Haettu osoitteesta https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0894439317710435?casa_token=rCoplkvuZfQAAAAA:CVawyOwu7Pc3s8hzFeW1zi1XYyMwZnjyn60wI2s7ulZ_t8MTp_3lTclidR5KkvtZQ9DsPxlQmIY
- Maanmittauslaitos (2022). *Karttatasot*. Haettu osoitteesta 15.7.2022 <https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/palveluiden-kayttoohjeet/paikkatietoikkuna/karttatasot>
- Martin, B., Hanington, B. M. & Bella Martin. (2012). *Universal Methods of Design*. Rockport Publishers.
- Medina, J. L., Cagnin, M. I. & Paiva, D. M. B. (2015). Evaluation of web accessibility on the maps domain. *ACM Digital Library*, 157-167. Haettu osoitteesta <https://dl.acm.org/doi/epdf/10.1145/2695664.2695771>
- Miller, R. B. (1971). *Human ease of use criteria and their tradeoffs*. Poughkeepsie, NY: IBM Corporation.
- Montiel Ferreira, M. A. & Bonacin, R. (2013). Analyzing Barriers for People with Hearing Loss on the Web: A Semiotic Study. Teoksessa *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, 694-703. Berlin: Springer-Verlag.
- Nielsen, J. (1994, 24. huhtikuuta). 10 Usability Heuristics for User Interface Design. Haettu osoitteesta 20.11.2021 <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Nielsen, J. (2012, 3. tammikuuta). Usability 101: Introduction to Usability. Haettu osoitteesta 20.11.2021 <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>

- Näkövammaisten liitto. (2021). *Miten näkövammainen käyttää tietokonetta tai mobiililaitetta?* Haettu osoitteesta 23.11.2021 <https://www.nkl.fi/fi/miten-nakovammaisen-kayttaa-tietokonetta-tai-mobiililaitetta>
- Näkövammaisten liitto. (2022). *Näkövammaisuus suomessa*. Haettu osoitteesta 3.6.2022 <https://www.nkl.fi/fi/nakovammaisuus-suomessa>
- Pattnaik, A. (2020, 3. maaliskuuta). Map Layers: Types and Use Cases. *Towards Data Science*. Haettu osoitteesta 2.3.2022 <https://towardsdatascience.com/map-layer-types-and-use-cases-d22a2a788b0e>
- Peda.net (2022). *10.4 Karttojen tekeminen*. Haettu osoitteesta 15.7.2022 <https://peda.net/oppimateriaalit/e-oppi/peruskoulut/savonlinna/kerim%C3%A4enkoulu2/kkl12/valoapaikat/kom/10-kartat-esa>
- Powell, T. A. (2002). *Web Design: The Complete reference*. Toledo, OH: McGeaw-Hill Professional Publishing.
- Ramakrishnan, I., Ashok, V. & Billah, S. M. (2017). Non-visual Web Browsing: Beyond Web Accessibility. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Designing Novel Interactions, 10278*, 322–334. Haettu osoitteesta https://link-springer-com.ezproxy.jyu.fi/chapter/10.1007/978-3-319-58703-5_24
- Righi, V. (2011). Preliminary findings of an ethnographical research on designing accessible geolocated services with older people. Teoksessa C. Stephanidis (toim.), *Universal access in human-computer interaction*, User diversity, 205–213. Orlando, FL: Springer.
- Roberts, V. L. & Fels, D. I. (2006). Methods for inclusion: Employing think aloud protocols in software usability studies with individuals who are deaf. *International Journal of Human-Computer Studies, 64*(6), 489–501. Haettu osoitteesta <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.jyu.fi/science/article/pii/S1071581905001746>
- Rosenzweig, E. (2015). *Successful user Experience: Strategies and Roadmaps*. Waltham, MA: Morgan kaufmann.
- Saavutettavuusdirektiivi. (2021). *Saavutettavuus verkkopalveluissa*. Haettu osoitteesta 17.11.2021 <https://saavutettavuusdirektiivi.fi/saavutettavuus-verkkopalveluissa/>
- Schmidt, C. (2004). The analysis of semi-structured interview. *A companion to qualitative research, 253*(41), 203–207. Haettu osoitteesta https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54606836/__A_Companion_to_Qualitative_Research-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1658251693&Signature=LSPBfbpgGg5opAPInH8WBjL9IVmqwd5ya1S~xNvYOiUnf11XNtSrZOJKSCmRun22QAQ3HxkjSMuwfCec914SoWM2kWrGChTmCoYGJIW-

d~DluUwzQP2dcTzDYOXv3XsglquYuYIqJCHATSHi0FXFTsjdPUxtIaaHh
YFWeB48XpYrkt414Ao520U6gBbtRQn94AFvAuxRjI--3ktYNuHFyb63H-
LlmUZyxQsItb65AJPYAfAePZqoR33tq0gA6f3kO3TVtE6IfAgrg60t8p4JEN
EcXnzY2h2Um3YltUAfzUv~-fzaG~z9q6iLse~I2pUEP8vKxHqq0XVbe3-
Wwrrqa2A__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=268

- Schneider, T. W. & Balci, O. (2006). VTQuest: A Voice-based multimodal Web-based Software System for Maps and Directions. *Teoksessa Proceedings of the 44th annual Southeast regional conference (ACM AE'06)*, 300–305. Haettu osoitteesta https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1185448.1185517?casa_token=9N9tJkP-g3MAAAAA:kJyIP1EisfDsfwT-qhd9sY8PAIPGA-wAcLxmByNlh-Q4twAVpkj3r4emLsumtAGHguMlimB-USQ
- Scott, M. (2003). Taking back the interface for older people. *ACM SIGCAPH Computers and the physically handicapped* 32(75), 15-16. Haettu osoitteesta https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/976261.976267?casa_token=oGumVpKUyGcAAAAA:BZ_ZFMp9DIGvdE6cYn5rlUORi2Y-5LhIs6OQrDaWHMT4vbly-sXvQIs9PVj4FHpQjD_IWqkYbbM
- Shackel, B. & Richardson, S. J. (toim.). (1991). *Human Factors for Informatics Usability*. New York, Melbourne: Cambridge University Press.
- Sjölander, M. (2006). *Age-Related Cognitive Decline and Navigation in Electronic Environments* (Doctoral dissertation). Stockholm University.
- Taherdoost, H. (2016). Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research. *International Journal of Academic Research in Management*, 5(2), 18–27. Hettu osoitteesta <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02546796/file/Sampling%20Method%20in%20Research%20Methodology%3B%20How%20to%20Choose%20a%20Sampling%20Technique%20for%20Research.pdf>
- Tapscott, D. (2009). *Grown up digital*. NY: McGraw-Hill.
- Tilastokeskus. (2007). *Laatua tilastoissa* (2. uudistettu painos). Yliopistopaino, Helsinki.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2010). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.
- Valtiovarainministeriö. (2021). *Saavutettavuusdirektiivi*. Haettu osoitteesta 11.11.2021 <https://vm.fi/saavutettavuusdirektiivi>
- Vrenko, D. Z. & Petrovic, D. (2015). Effective online mapping and map viewer design for the senior population. *The Cartographic Journal*, 52(1), 73–87. Haettu osoitteesta <https://doi.org/10.1179/1743277413Y.0000000047>
- WebAIM. (2022). *The WebAIM Million*. Haettu 4.7.2022 osoitteesta <https://webaim.org/projects/million/#errors>

- Williams, C. (2007). Research Methods. *Journal of Business & Economic Research*, 5(3), 65–71. Haettu osoitteesta <https://clutejournals.com/index.php/JBER/article/view/2532>
- World Health Organization. (2011). *Summary: World report on disability 2011* (No. WHO/NMH/VIP/11.01). World Health Organization.
- World Health Organization. (2018). *Addressing the rising prevalence of the hearing loss*. World Health Organization. Haettu osoitteesta: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/260336/9789241550260-eng.pdf>
- World Wide Web Consortium. (1997). World Wide Web Consortium Launches International Program Office for Web Accessibility Initiative. Haettu osoitteesta <http://www.w3.org/Press/IPO-announce>
- Xie, B. & Pearson, G. (2010). Usability testing by older Americans of a prototype google map web site to select nursing homes. Teoksessa R. H. J. Sprague (toim.), *43rd Hawaii international conference on system science*, 1–10. Honolulu, HI: IEEE Computer Society.
- Yaneva, V. & Ahmetovic, D. (2020). W4A Web Accessibility Challenge. Teoksessa *The 17th International Web for All Conference*. Taipei.
- Yongqi, G. (2014). To code or not to code: Dilemmas in analysing think-aloud protocols in learning strategies research. *System (Linköping)*, 43, 74–81. Haettu osoitteesta https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0346251X13001875?casa_token=qh6p4e1EbYEAAAAA:2tXRfPAHkO2hH1gLyLjcRDJLe3aDFmcBLgppHTwVq8m97ICMAuK1X5RxpCocnAv4TZpVqQi_
- Zajicek, M. (toim.). (2001). *Interface design for older adults*. New York: ACM Press, 60-65.

LIITE 1 KÄYTTÄJÄTESTIN RUNKO

Esittely

- Olen Petra Jokisuu tietojärjestelmätieteen maisteriopiskelija Jyväskylän yliopistosta. Teen pro gradua saavutettavuuteen liittyen. Toisin sanoen tutkin, miten käyttäjät, joilla on jotain fyysisiä tai kognitiivisia rajoitteita pystyvät toimimaan verkossa. Tässä pro gradu tutkielmassa tavoitteena on selvittää, mitä haasteita verkkopohjaiset kartat aiheuttavat saavutettavuuden näkökulmasta.
- Tutkimus toteutetaan käyttäjätestauksena. Koehenkilönä suoritat itsenäisesti tehtäviä (yht. 8 kpl) koealustalla (verkkopohjaisilla kartoilla) puhuen samaan aikaan ääneen omia ajatuksiasi, tuntemuksiasi ja toimintaasi. Tehtävien jälkeen sinulta kysytään vielä muutama haastattelukysymys teke mistäsi tehtävistä.
- Käyttäjätestaus koostuu kolmesta tehtäväkokonaisuudesta. Käyttäjätestauksen arvioitu kesto on yhteensä noin 30 minuuttia. Käyttäjätestaus onnistuu etänä tai läsnä. Etänä koe suoritetaan Zoom-sovelluksen avulla.
- Käyttäjätestauksesta saatu data käsitellään tutkielmassa anonymisti. Ainoat koehenkilöihin liittyvät tiedot ovat: ikä, sukupuoli, vamma sekä kuinka usein käyttää internetiä ja kuinka usein hyödyntää verkkopohjaisia karttoja. Huomaathan, että koetilanne nauhoitetaan, jotta tuloksia on helpompi analysoida. Tallennetut nauhat hävitetään heti tulosten analysoinnin jälkeen.

Alkutiedot

- Kuinka vanha olet?
- Sukupuoli? - Mies/Nainen/Muu/En halua mainita
- Mikä fyysinen tai kognitiivinen vamma/rajoite sinulla on? (esim. sokea, ADHD, käsien vapina, jne.)
- Kuinka usein käytät internetiä? - Päivittäin/Viikoittain/Kuukausittain/Harvemmin kuin kerran kuukaudessa
- Kuinka usein hyödynnät verkkopohjaisia karttoja kuten navigointialustoja? - Päivittäin/Viikoittain/Kuukausittain/Harvemmin kuin kerran kuukaudessa

Harjoitustehtävä:

- Paljonko on $4 + 6 \times 5 - 1$?

Ensimmäisen tehtäväosion tehtävät ja verkkopohjainen kartta-alusta

Verkkopohjainen kartta-alusta: *Google Maps – peruskartta ja satelliittikuva.*
 - <https://www.google.com/maps/@64.8929581,26.0218001,5z>

Ensimmäinen tehtäväosio käsittelee interaktiivisia ja jatkuvaa tietoa sisältäviä karttoja. Koehenkilönä sinun tulisi löytää vastaus seuraavien tehtävien kysymyksiin:

1a. Olet matkalla Hangosta Joensuuhun. Etsi lyhin reitti autolla matkustettuna? Kuinka kauan matkaan kuluu ja montako kilometriä matka on?

1b. Päätätkin poiketa matkalla Hangosta Joensuuhun hakemaan kaverisi Jyväskylästä kyytiin. Tapaatte Jyväskylän Matkakeskuksella. Kuinka pitkä matka on Hangosta Joensuuhun, kun koukkaa Jyväskylän Matkakeskuksen kautta (ilmoita matkaan kuluva aika ilman liikennettä)?

1c. Olette vihdoin saapuneet Joensuuhun. Mietitte, minne voisitte parkkeerata auton. Etsi Joensuun keskustasta parkkipaikka, joka on saanut parhaat arviot. Siirry sitten katunäkymään (Street view). Katso, mitkä ovat parkkipaikan liikenne merkin säännöt. Pitääkö parkista maksaa ilta kuuden jälkeen?

2. Kuuluuko "Harkujärve" Tallinnaan? Entä "Harku järv"?

3. Minkä värinen auto on "Lohjantie 29, Vihti" pihalla?
 (Vinkki: Hyödynnä satelliittikuva ja 2D-näkymää)

Toisen tehtäväosion tehtävät ja verkkopohjainen kartta-alusta

Verkkopohjainen kartta-alusta: *Google Maps – temaattiset kartat Liikenne ja Pyöräily.*
 - <https://www.google.com/maps/@64.8929581,26.0218001,5z/data=!5m1!1e1>
 - <https://www.google.com/maps/@60.1102086,24.737817,54562m/data=!3m1!1e3!5m1!1e3>

Toinen tehtäväosio käsittelee temaattisia karttoja. Koehenkilönä sinun tulisi löytää vastaus seuraavien tehtävien kysymyksiin:

1. Valitse kartan alareunasta "Tasot" --> "Pyöräily". Millaiseksi pyörätieksi "Maariankatu" Turussa on määritelty?

2. Valitse kartan alareunasta "Tasot" --> "Liikenne". Millainen on tyypillinen liikenne Turussa Piispankadun ja Tehtaankadun risteyksessä keskiviikkoisin kello 12:00?

Kolmannen tehtäväosion tehtävät ja verkkopohjainen kartta-alusta

Verkkopohjainen kartta-alusta: *Paikkatietoikkuna – Maastokartta*.

- <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi>

Kolmas tehtäväosio käsittelee verkkopohjaisia maastokarttoja. Koehenkilönä sinun tulisi löytää vastaus seuraavien tehtävien kysymyksiin:

1. Hae hakukentästä hakusanalla "Mustalampi". Valitse esiin tulleista vaihtoehdoista kunta "Leppävirta" ja tyyppi "talo". Etsi sen jälkeen "Mustanlampi". Kuinka monta jokea siitä lähtee/siihen laskee?

Puolistrukturoidut kysymykset:

- Mikä tehtäväosion tehtävistä oli vaikein? Miksi?
- Mikä oli tehtäväosiossa helpointa? Miksi?
- Mikä asia olisi helpottanut tehtävistä suoriutumista?
- Oliko kartta-alustassa jotain, mikä oli erityisen hyödyllistä tehtävien kannalta?