

Valtteri Järvinen

**Heikkonäköisten ja sokeiden saavutettavuuden
huomioiminen verkkosivujen kehittämisessä**

Tietotekniikan kandidaatintutkielma

15. toukokuuta 2018

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

Tekijä: Valtteri Järvinen

Yhteystiedot: valtteri.jarvinen@windowslive.com

Työn nimi: Heikkonäköisten ja sokeiden saavutettavuuden huomioiminen verkkosivujen kehittämisessä

Title in English: Addressing users with low vision and blindness in web site development

Työ: Kandidaatintutkielma

Sivumäärä: 25+0

Tiivistelmä: Tutkimuksessa perehdytään saavutettavuuteen, sen nykyiseen tilaan, mitä ongelmia heikkonäköisillä ja sokeilla on verkossa sekä miten näitä ongelmia voidaan ottaa huomioon verkkosivujen kehittämisessä. Saavutettavuuden huomattiin edelleen olevan ongelma jopa suurimmilla verkkosivuilla. Heikkonäköisten ja sokeiden yleisimmät ongelmat johtuvat sivun rakenteen monimutkaisuudesta, rakenteeseen upotetun informaation puutteesta ja värien huonosta käytöstä. Ongelmien korjaaminen ei ole vaikeaa, koska yleisimpiin ongelmiin löytyy helpot ratkaisut, jotka eivät aiheuta paljoa lisätyötä.

Avainsanat: saavutettavuus, verkkosuunnittelu, verkkokehittäminen, heikkonäköisyys, sokeus

Abstract: In this literature review we take a look at accessibility. We want to know what the state of accessibility is, what problems web users with low vision and blindness have and how we can address these problems in web site development. We found out that the state of accessibility is still underwhelming despite the fact that most of the problems aren't hard to fix. Most of the problems encountered are related to bad structure of the website, poor use of information in the structure and poor use of colours.

Keywords: accessibility, web design, web site development, low vision, blindness

Sisältö

1	JOHDANTO	1
2	SAAVUTETTAVUUS VERKOSSA.....	3
	2.1 Heikkonäköisyys ja sokeus	3
	2.2 Saavutettavuuden kehitys	6
3	ERILAISET TAVAT KÄYTTÄÄ VERKKOA	10
	3.1 Avustava teknologia	10
	3.2 Avustavat teknologiat ja verkkosuunnittelu	11
	3.2.1 Näkymän osien suurentaminen	13
	3.2.2 Ruudunlukijat	14
	3.2.3 Värien, kirkkauden ja kontrastin muuttaminen.....	15
	3.2.4 Vaihtoehtoiset työkalut verkon selaamiseen.....	16
4	YHTEENVETO	18
	KIRJALLISUUTTA	20

1 Johdanto

Nykyään lähes kaiken voi tehdä verkossa. Ihmiset lukevat uutisia, etsivät tietoa, verkostoituvat, pitävät yllä ihmissuhteita ja tekevät työnsä verkossa. WWW:n kehittäjä Tim Berners-Lee on sanonut: "Verkon voima on sen universaalisuudessa. Saavutettavuus on elintärkeää vammaisuudesta huolimatta". Internet on pohjimmiltaan luotu kaikille huolimatta siitä, mitä laitetta, sovellusta tai kieltä he käyttävät, mikä heidän sijaintinsa on tai mikä on heidän kykynsä käyttää näitä (W3C Accessibility Standard 2018) . Viime vuosina saavutettavuus verkossa on ollut uutisissa ja aiheuttanut paljon keskustelua internetissä ja päättävissä elimissä sekä alan asiantuntijoiden kysyntä on kasvanut niin verkko- ja sovelluskehityksessä kuin muilla-kin aloilla. Vaikka ihmistä on tutkittu jo satoja, ellei tuhansia vuosia niin ihmisen ja teknologian välinen vuorovaikutus on kuitenkin melko uusi tieteen ala.

Saavutettavuus tarkoittaa sitä, että vammainen pystyy pääsemään käsiksi verkossa ja muualla olevaan informaation sekä ymmärtämään ja tulkitsemaan tätä informaatiota. Saavutettavuutta on tutkittu internetin yleistymisen yhteydessä jatkuvasti. Disability Rights Commission (2004) tekemä tutkimus on ensimmäisiä laajoja tutkimuksia, jossa todettiin saavutettavuuden olevan ongelma. Tutkimuksessa monettakaan sivut eivät päässeet edes alimmalle tasolle saavutettavuusstandardiin verrattessa. Myöhemmin Alahmadi & Drew (2016) sekä Gonçalves, Martins, Pereira, Oliveira & Ferreira (2013) löysivät tutkimuksissaan samanlaisia tuloksia, mikä kertoo että saavutettavuuden tila ei ole juurikaan parantunut.

Saavutettavuuteen on kiinnitetty huomiota eri valtioiden ja organisaatioiden toimesta. Syksyllä 2018 voimaan tuleva Saavutettavuusdirektiivi, jossa määrätään julkisten palveluiden saavutettavuus pakolliseksi, on iso harppaus saavutettavuudelle (Euroopan Parlamentti ja Neuvosto 2018). Saavutettavuuteen ottavat kantaa myös esimerkiksi World Wide Web Consortiumin (W3C) vuonna 1997 käynnistämä Web Accessibility Initiative (WAI), jonka tarkoitus on ottaa kantaa saavutettavuusasioissa ja julkaista ohjeita sekä standardeja verkon saavutettavuudelle (Web accessibility initiative 2018).

Heikkonäköiset ja sokeat käyttävät verkkosivuja usein avustavien teknologioiden avulla. Avustavat teknologiat ovat sovelluksia, laitteita ja muita teknologioita, jotka helpottavat vammaisen jokapäiväistä itsenäistä toimintaa. Avustavien teknologioiden käyttämiseen liittyy kuitenkin useita ongelmia, joista useimmat ovat ratkaistavissa verkkosivujen hyvällä suunnittelulla ja kehittämisellä. Saavutettavuuden huomioiminen voi tuoda verkkosivulle lisää liikennettä, koska muun muassa hakukoneet saattavat suosia saavutettavia sivuja ja saavutettavat sivut soveltuvat laajemmalle käyttäjäkunnalle (Web accessibility initiative 2018).

Tutkimus on kirjallisuuskatsaus, jossa haluttiin löytää mitä saavutettavuus verkossa on heikkonäköisten ja sokeiden näkökulmasta, mitkä ovat siihen liittyvät ongelmat ja miten tilannetta voidaan parantaa. Luvussa 2 määritteellään mitä saavutettavuus ja heikkonäköisyys tarkoittaa ja ketkä ovat tutkimuksen kohteena. Käydään läpi myös miten saavutettavuuden tilanne on kehittynyt vuosien varrella. Kolmannessa luvussa tutustutaan erilaisiin tapoja käyttää verkkoa, mitä ongelmia niihin liittyy ja miten ne voidaan huomioida verkkosivujen suunnittelussa- ja kehittämisessä. Viimeisessä luvussa on yhteenveto tutkimuksen tuloksista.

2 Saavutettavuus verkossa

Saavutettavuus ja esteettömyys (kumpikin engl. accessibility) ovat nykyään jo suhteellisen hyvin tunnettuja ja vakiintuneita käsitteitä. *Saavutettavuus* tarkoittaa sitä, että kaikki verkossa sekä muualla oleva aineellinen ja aineeton informaatio on vammaisen käyttäjän tavoitettavissa ja ymmärrettävissä. *Esteettömyydellä* taas tarkoitetaan usein sitä, että vammaisen on mahdollisuus liikkua ja elää itsenäisesti vammoistaan huolimatta eli toisin sanoen ilman, että hänen fyysinen tai psyykkinen toimintarajoitteensa estää häntä. Saavutettavuus tarkoittaa yleensä käyttäjän teknisiä, fyysisiä ja psyykkisiä toimintarajoitteita informaation saavutettavuudessa ja esteettömyys taas fyysisiä ja psyykkisiä rajoitteita jokapäiväisessä elämisessä. Saavutettavuuden voidaan siis sanoa olevan esteettömyyden alakohta. Nikkanen (2005) määrittää esteettömyydelle kolme tasoa: esteettömyys joka tarkoittaa sitä että käyttäjä pystyy pääsemään palveluihin käsiksi, fyysinen saavutettavuus joka tarkoittaa sitä että käyttäjä pystyy käyttämään vaadittuja teknologioita ja sisällöllinen saavutettavuus joka tarkoittaa sitä että käyttäjä ymmärtää ja pystyy hyödyntämään palvelun sisältöä. Saavutettavuuden ja esteettömyyden ei siis tarvitse ajatella olevan vain vammaisia varten, vaan ne hyödyttävät myös muita ihmisiä. Saavutettavuudesta voi olla hyötyä esimerkiksi vanhuksille ja käyttäjille, jotka sijaitsevat maaseudulla tai kehittyvissä maissa (W3C Accessibility Standard 2018).

Seuraavissa luvuissa käsitellään heikkonäköisyyttä ja siihen liittyviä ongelmia, sekä saavutettavuuden tilaa viime vuosina. Tässä tutkielmassa käsitellään saavutettavuutta aiemmassa kappaleessa esitellyn sisällöllisen saavutettavuuden mukaan.

2.1 Heikkonäköisyys ja sokeus

Heikkonäköisyys terminä on laaja ja heikkonäköiseksi määritellään yleensä henkilö, jonka heikentynyt näkökyky vaikuttaa normaaliin elämiseen. Allan, Kirkpatrick & Henry (2016) määrittelevät heikkonäköisyyden tarkoittamaan muun muassa näköä, joka on vamman, sairauden tai jonkin muun syyn aiheuttamana heikentynyt tai vä-

risokea. Hieman tarkennetun termin tarjoaa National eye institute (2018), joka kertoo heikkonäköisyyden tarkoittavan sitä, että silmälaseista, piilolinseistä tai leikkauksesta huolimatta jokapäiväinen elämä on hankalaa. World Health Organization (2017) (myöhemmin WHO) mukaan näkökyvyllä on neljä tasoa: normaali näkö, lievästi heikentynyt näkö, vakavasti heikentynyt näkö ja sokeus. Lievästi ja vakavasti heikentynyt näkö yhdessä muodostavat heikkonäköisyyden termin (National eye institute 2018; WHO 2017).

Sokeus tarkoittaa yksinkertaisesti sitä, että henkilön näkökyky on niin heikko, että voidaan sanoa hänen olevan näkökyvytön. Sokeus ei siis tarkoita pelkästään henkilöitä, jotka eivät yksinkertaisesti näe vaan myös henkilöt, joiden näkökyky on äärimmäisen heikko (National eye institute 2018). Äärimmäisen heikolla näkökyvyllä voidaan tarkoittaa sitä, että henkilö näkee vain esimerkiksi valon tai värien vaihtelut (National eye institute 2018).

WHO (2017) mukaan heikkonäköisyys ja sokeus muodostavat yhdessä *näkövammaisuuden* termin. Kuitenkin Näkövammaisten liitto ry (2018) määrittää, että näkövammaisen on henkilö, joka on sokea tai heikkonäköinen, mutta jonka näkökykyä ei pystytä korjaamaan silmälasein, piilolinsein tai leikkauksin. Näkövammaisten liitto ry (2018) ja WHO (2017) puhuvat kuitenkin vain näön heikkoudesta kun taas Allan ym. (2016) määrittelevät heikkonäköisyyden paljon kattavampana terminä.

Heikkonäköisyyden yksikäsitteisyyden puutteen vuoksi tässä tutkielmassa termillä tarkoitetaan kaikkea näköä, joka haittaa normaalia elämää riippumatta siitä pystytäänkö sitä korjaamaan apuvälinein tai leikkauksin. Termi kattaa siis esimerkiksi silmälasien käyttäjät, värisokeat ja häikäistymiseherkät mutta ei sokeita. Yhdistämme siis monet erilaiset näön ongelmat heikkonäköisyydeksi.

Heikkonäköisten ja sokeiden saavutettavuus verkossa kattaa siis todella laajan käyttäjäkunnan ja vaikka aihe on ollut esillä jo yli kaksi vuosikymmentä, niin ongelma ei kuitenkaan ole katoamassa mihinkään. Vuoden 2017 lopussa internetin käyttäjiä oli arviolta lähes 4,15 miljardia ja luku kasvaa jatkuvasti (World Internet Stats 2018). WHO (2017) mukaan arviolta 253 miljoonalla ihmisellä on näkövamma, joista 217

miljoonalla on lievästi tai vakavasti heikentynyt näkö. National eye institute (2018) arvion mukaan vuoteen 2030 mennessä yleisimpien näköongelmien määrä kasvaa jopa 72% ja vuoteen 2050 mennessä jopa yli kaksinkertaistuu. Heikon näön lisäksi ongelmia tuottavat myös esimerkiksi värisokeus, hämäräsokeus ja valonarkuus (Randolph 2013; Jefferson & Harvey 2006). Yleisin värisokeus on puna-vihersokeus, josta kärsii noin 8-12% miehistä ja 0,5% naisista (Randolph 2013; Colour Blind Awareness 2010).

Disability Rights Commission (2004) tutkimuksessa huomattiin, että monet saavutettavuusongelmista vaikuttavat niin normaalinäköisiin käyttäjiin kuin moniin erilaisiin vammaisiin käyttäjiin. Yhdessä tutkimuksen osassa vammaisia käyttäjiä jaettuna ryhmiin (sokeat, heikkonäköiset ja 3 ei heikkonäköistä ryhmää) pyydettiin tekemään tehtäviä muutamalla verkkosivulla. Tuloksena saatiin, että vammaiset ryhmät pystyivät tekemään 76% tehtävistä onnistuneesti, mutta suurin ero oli sokeiden (53% onnistuneesti) ja muiden ryhmien välillä (82% onnistuneesti). Alimmat onnistumisprosentit olivat heikkonäköisessä ja sokeassa ryhmässä. Tutkimuksessa pyydettiin myös ryhmiä pisteyttämään tehtäviä vaikeuden mukaan, jossa heikkonäköisten ja sokeiden ryhmät antoivat tehtäville pienemmät pisteet (tehtävä koettiin vaikeampana). Tutkimuksen tuloksena löydettiin myös, että yleisimmät ongelmat ovat navigoinnissa (kaikissa ryhmässä), sivun rakenteessa tai jäsentelyssä (kaikissa ryhmässä), huono kontrasti ja värit (kaikissa näkevissä ryhmässä) sekä liian pieni teksti ja grafiikka (kaikissa näkevissä ryhmässä).

Disability Rights Commission (2004) tutkimuksen tulokset ovat jo vanhoja ja uusia teknologioita ja standardeja on syntynyt sen jälkeen, mutta ongelmat ovat edelleen samat ja tulokset eivät juurikaan ole parantuneet. Disability Rights Commission (2004) tutkimuksessa löydettiin, että siinä tutkitussa 1000 sivusta vain 19% läpäisi alimman tason W3C:n Verkkosisällön saavutettavuusohjeiden ensimmäisen version mukaan (Verkkosisällön saavutettavuusohjeista kerrotaan kappaleessa 2.2). Gonçalves ym. (2013) tutkivat Forbesin vuonna 2009 määrittämän 250 suosituimman sivun saavutettavuutta ja löysivät, että Verkkosisällön saavutettavuusstandardin minimi-tason virheitä tulee 85 prosentilla sivustoista yli 500 kappaletta. Lisäksi Alahmadi

& Drew (2016) tutkivat vuodesta 2005 vuoteen 2015 50 suosituimman yliopiston sivujen saavutettavuutta ja vaikka tilanne parani joidenkin kohdalla, niin pääosin tilanne ei parantunut tai jopa huononi. Voidaan siis todeta, että saavutettavuus ongelmana ei ole vielä kadonnut mihinkään.

2.2 Saavutettavuuden kehitys

Saavutettavuuden ongelma on huomattu verkkosivujen kehittämisen puolella, mutta myös valtioiden johdossa sekä eri organisaatioissa. Valtioiden palvelut kuuluvat kaikille sen kansalaisille, joten tällöin saavutettavuus ja esteettömyys pitää ottaa huomioon kaikessa valtion toiminnassa. Vuosien saatossa valtiot ja organisaatiot ovat alkaneet asettaa lakeja ja säädöksiä sekä julkaisseet ohjeistuksia saavutettavuuden parantamiseksi (Hersh & Johnson 2008). Esimerkiksi YK:n vammaisten ihmisoikeussopimus määrittää 9. artiklassaan, että mm. informaatio- ja kommunikatiopalveluiden saavutettavuus on ihmisoikeus (United Nations 2006).

American Standards Association (nyk. American National Standards Institute, ANSI) julkaisi vuonna 1961 yhden ensimmäisistä esteettömyysstandardeista, jossa säädettiin, että rakennusten täytyy olla esteettömiä ja käytettäviä vammaisille. Myöhemmin vuonna 1968 säädettiin laki (Architectural Barriers Act), jossa määriteltiin, että kaikkien valtion rahoitteisten rakennusten täytyy olla esteettömiä. Yksi tärkeimmistä vammaisia koskevista laeista on rehabilitaatiolain sektio 504 (Section 504 of the Rehabilitation Act), jossa määrättiin, että mikään valtion tukea saava julkinen tai hallinnollinen organisaatio ei saa syrjiä vammaisuuden perusteella.

Ensimmäisiä saavutettavuutta edistäviä lakeja on Kanadan 1985 asettama ihmisoikeussäädös (Human Rights Act), joka määrää kaikki julkisen sektorin tuotteet, palvelut sekä tilat saavutettavaksi kaikille ihmisille. Amerikan vuonna 1996 julkaisema sektio 255 televiestintäsäädöksessä (Section 255 of the Telecommunications Act) on ensimmäinen suoraan saavutettavuutta koskeva laki, jossa määrätään että televiestintälaitteiden pitää olla esteettömiä ja saavutettavia. Myöhemmin yksi Amerikassa tärkeimpiä askeleita saavutettavuutta kohti oli rehabilitaatiolain sektio 508 (Section

508 of the Rehabilitation Act), jossa määrätään kaikki julkisten palveluiden elektroniset ja informaatioteknologiset palvelut saavutettaviksi. Tämän jälkeen monet maat ovat säätäneet saavutettavuuslakeja, sekä lakeja jotka koskevat saavutettavuutta.

Suomessa ensimmäinen saavutettavuutta edistävä laki, laki sähköisestä asioinnista viranomaistoiminnassa, tuli voimaan 2003. Siinä säädettiin, että kaikki viranomaisien palvelut täytyvät olla saavutettavissa kellon ympäri. Tässä saavutettavuudella ei tarkoitettu pelkästään vammaisiin liittyvää saavutettavuutta, vaan palveluun liittyvää saavutettavuutta. Varsinaisesti Suomessa saavutettavuutta edistänyt laki, Yhdenvertaisuuslaki, tuli voimaan vuonna 2014. Yhdenvertaisuuslaki on merkittävä saavutettavuuden kannalta, koska se määrää että ketään ei saa syrjiä vammansa vuoksi, joten palvelun tarjoajien täytyy tehdä palvelunsa saavutettaviksi.

Merkittävä edistys saavutettavuudelle on vuonna 2016 voimaan tullut Saavutettavuudirektiivi, joka tuli tarpeesta parantaa Euroopan Unionin alueen verkkopalvelujen saavutettavuutta (Euroopan Parlamentti ja Neuvosto 2018). Euroopan Parlamentti ja Neuvosto (2018) määrää, että julkisen sektorin verkkopalvelujen tulee olla saavutettavia. Direktiivissä määritellään minimitaso saavutettavuudelle, joka pohjautuu Verkkosisällön saavutettavuusohjeiden versioon 2.0. Saavutettavuusdirektiivi toteutetaan tietyn aikataulun mukaan. 23.8.2018 jälkeen julkaistujen palveluiden täytyy olla saavutettavia 23.9.2019, ennen 23.8.2018 julkaistujen palvelujen täytyy olla saavutettavia 23.9.2020 mennessä ja mobiilisovellusten on oltava saavutettavia 23.9.2021 mennessä (Euroopan Parlamentti ja Neuvosto 2018).

Lakien ja säädösten lisäksi monet järjestöt ovat alkaneet ajaa saavutettavuuden asiaa. Vuonna 1997 W3C aloitti Web Accessibility Initiative, jonka tarkoituksena on julkaista verkon saavutettavuusohjeita ja -standardeja sekä ottaa kantaa saavutettavuusasioihin (Web accessibility initiative 2018). W3C on yritysten, yliopistojen ja organisaatioiden yhteenliittymä, jonka tarkoituksena on julkaista verkon standardeja ja ohjeita. Web Accessibility Initiative päätavoiteena on kehittää Verkkosisällön saavutettavuusohjetta, joka on verkon saavutettavuusstandardi.

W3C:n lisäksi monet vammaisten etuja ajavat järjestöt ovat alkaneet ottaa saavutettavuutta huomioon. Esimerkiksi YK, National Eye Institute ja suomalaiset järjestöt kuten Vammaisliitto ja Näkövammaisten liitto ovat alkaneet huomioida saavutettavuutta toimissaan. Saavutettavuusasioiden yleistyessä monet yritykset ovat myös ottaneet saavutettavuusasiat huomioon. Esimerkiksi Googella on oma verkkokurssi saavutettavuudesta ja monet muut kuten Mozilla, IBM, eBay ja Facebook ovat julkaisseet ohjeensa saavutettavuuden parantamiseksi.

Verkkosisällön saavutettavuusohjeet (engl. Web Content Accessibility Guidelines, WCAG) ovat W3C:n työstämä ohjeistus siitä, miten verkkosisällöstä saadaan saavutettava (Caldwell, Cooper, Reid & Vanderheiden 2008). Tarkoitus on ollut luoda standardi, joka auttaa jokaista verkkosisältöä luovaa henkilöä tekemään sisällöstä saavutettavaa. Verkkosisällön saavutettavuusohjeen ensimmäinen versio 1.0 julkaistiin vuonna 1999. Tämän jälkeen version 2.0 julkaistiin vuonna 2008 ja 2.0 versiota laajentava uudempi versio 2.1 on tutkielman kirjoitushetkellä kommentointivaiheessa.

Verkkosisällön saavutettavuusohjeet 1.0 määritteli 14 ohjetta, joita seuraamalla verkkosivusta voidaan saada saavutettava. Versiossa 1.0 määriteltiin kolme tasoa A (alin taso), AA ja AAA (ylin taso). Taso A tarkoittaa sitä, että tämän tason ominaisuudet täytyy tyydyttää, AA sitä että tämän tason ominaisuudet kannattaisi tyydyttää ja taso AAA sitä, että tämän tason ominaisuudet voidaan tyydyttää. Versio 1.0 tarjoaa ohjeet siitä, mitä kukin taso vaatii sekä ohjeistukset miten saavuttaa kunkin ohjeen tarkistuspisteet omalla verkkosivulla. Jani & Schrepp (2005) kritisoivat saavutettavuusohjetta mm. sen puutteellisista ohjeistuksesta verkkosovelluksiin, koska se koski lähinnä staattisia verkkosivuja.

Verkkosisällön saavutettavuusohjeet 2.0 lupasi laajentaa alkuperäistä ohjeistusta uusempiin verkkoteknologioihin sekä olla yhteensopiva tulevien teknologioiden kanssa (Web accessibility initiative 2018). Versio 2.0 vaatimukset ovat helpommin ja tarkemmin testattavissa automaattisesti kuin version 1.0 vaatimukset. Versio 2.0 käyttää samaa kolmea tasoa kuin 1.0, mutta on määritellyt ne uudelleen ja tarkentanut määrittelyksiä. Versio 2.0 ei tule myöskään ilman ongelmia. Calvo, Seyedarabi & Savva

(2016) löysivät 7 ongelmaa, joita verkkosisällön saavutettavuusohjeet eivät ota huomioon. Tämä ei ole ihme, sillä saavutettavuusohje on julkaistu vuonna 2008, jolloin esimerkiksi älypuhelimet olivat vasta tulossa markkinoille ja jonka jälkeen verkkoteknologiat kuten verkkosovellukset ovat kehittyneet. Lisäksi Calvo ym. (2016) asettavat ongelmaksi standardin toimivuudesta tehtyjen tutkimusten puuttumisen.

Verkkosisällön saavutettavuusohje 2.1 on uusin versio, joka laajentaa versiota 2.0 ja antaa ohjeet muun muassa saavutettavaan kehittämiseen mobiililaitteille (Kirkpatrick, Connor & Cooper 2018). Versio 2.1 ei ole vielä W3C:n virallinen ohjeistus vaan on tutkielman kirjoituksen aikana vielä kommentointivaiheessa. Versio 2.1 lisää uusia kriteereitä samoille kolmelle tasolle kuin versiossa 2.0, määritelmiä kriteerien tueksi ja muutamia lisäyksiä yhdenmukaisuusosioon. Laajentamisen tarkoituksena on, että verkkosivut, jotka ovat nyt version 2.0 kanssa yhteensopivia ovat myös siten version 2.1 kanssa yhteenopivia.

3 Erilaiset tavat käyttää verkkoa

Vammaiset joutuvat usein käyttämään verkkoa tavallisista poikkeavin tavoin. Jos käyttäjä ei näe kunnolla, niin voi olla tarve suurentaa näytön eri osia, grafiikkaa tai tekstiä tai jos hän ei pysty liikuttamaan käsiään, niin tietokonetta voidaan ohjata esimerkiksi silmän liikkeillä tai äänellä. Ongelmaksi voi tällaisissa tilanteissa tulla esimerkiksi sovelluksen yhteensopimattomuus avustavan teknologian kanssa kuten Disability Rights Commission (2004) tutkimuksessa löydettiin.

Tässä luvussa kerrotaan avustavista teknologioista, niiden hyödyistä ja mitä ongelmia niiden kanssa esiintyy ja miten ne voidaan ottaa huomioon verkkosivun kehittämisessä.

3.1 Avustava teknologia

Avustava teknologia (engl. assistive technology) on teknologia, joka helpottaa vammaisen henkilön päivittäistä esteettömyyttä ja saavutettavuutta. Hersh & Johnson (2008) mukaan avustavan teknologian tarkoituksena on pienentää kuilua sen välillä, mitä vammaisen henkilö haluaa tehdä sekä mitä sosiaalinen infrastruktuuri mahdollistaa hänen tekevän. Tällaisia kuilun kaventajia voivat olla esimerkiksi kuulolaitteet, proteesit, rullatuolit tai ruudunlukijasovellukset (Hersh & Johnson 2008).

Verkossa heikkonäköisten ja sokeiden tapauksessa avustavat teknologiat auttavat vammaista navigoimaan ja ymmärtämään verkon sisältöä. Heikkonäköiset tarvitsevat avukseen monenlaisia teknologioita jo termin laajuuden takiaakin: Esimerkiksi henkilö joka näkee sumeasti saattaa tarvita apua hahmottamisen tai tunnistamisen kanssa kun taas henkilö joka on herkkä kirkkaille valoille saattaa tarvita jonkinlaista näytön himmennystä (Allan ym. 2016).

Usein avustavien teknologioiden ongelma on se, että esteettömyyttä ja saavutettavuutta ei ole otettu huomioon verkkosivulla: Monessa tilanteessa ja monien eri teknologioiden kanssa hyvin yhteensopivan avustavan teknologian kehittäminen on

todella vaikeaa (Hersh & Johnson 2008). Lisäksi esteettömyyden mittaaminen voi olla vaikeaa, koska huomioon pitää ottaa niin ihminen kuin avustava teknologiakin, eikä voida testata vain avustavan teknologian tehokkuutta (Hersh & Johnson 2008). Tämä vuoksi olisi helpointa, että käyttökohteet, kuten verkon tapauksessa verkkosivut, olisi kaikki kehitetty tietyn standardin mukaan (esimerkiksi Verkkosisällön saavutettavuusohjeet) jolloin esimerkiksi Disability Rights Commission (2004) tutkimuksessa raportoidut avustavien teknologioiden yhteensopivuusongelmat vähenisivät.

3.2 Avustavat teknologiat ja verkkosuunnittelu

Tavallinen käyttäjä kohtaa verkossa jatkuvasti ongelmia ja rasitteita, mutta vammaiselle henkilölle nämä voivat olla esteitä verkon käytössä. Tiedon saavutettavuutta vaimmisille ihmisille on yritetty helpottaa luvussa 2.2 esiteltyin laein, säännöksiin ja ohjeistuksiin. Verkossa saavutettavuusongelmat ovat monimuotoisia jo pelkästään eri vammaisuuksien määrän takia, mutta myös verkkosivujen monien eri käyttötarkoitusten takia (Web accessibility initiative 2018). Tämän vuoksi on yritetty kehittää universaalista standardia, kuten luvussa 2.2 esitelty Verkkosisällön saavutettavuusohje.

Seuraavissa luvuissa käsittelemme avustavia teknologioita, jotka auttavat heikkonäköisiä ja sokeita erilaisissa ongelmissa. Tällaisia ongelmia ovat sumeasta näöstä, pienentyneestä tai estyneestä näkökentästä, värisokeudesta, valonarkuudesta tai hämäräsokeudesta johtuvat ongelmat. Sumea näkö (kuva 1 kohta 2) tarkoittaa näön tarkkuuden heikentymistä. Sumea näkö (engl. cloudy vision, poor visual acuity) voi johtua lähinäöstä, kaukonäöstä, taittoviasta tai muusta silmän viasta (National eye institute 2018). Pienentynyt tai estynyt näkökenttä (tunnel vision, central field loss) tarkoittaa näköä, jossa näkökentässä näkyy esteitä (esimerkiksi kuvioita) (kuva 1 kohta 3) tai jossa näkökentän laajuus on pienentynyt ikään kuin tunnelin läpi katsoessa (kuva 1 kohta 4) (National eye institute 2018). Yleinen syy tähän on esimerkiksi kaihi (National eye institute 2018). Värisokeus (engl. colour blindness) tarkoittaa sitä, että näkökyky ei pysty erottelemaan eroja värien välillä (Jefferson & Harvey

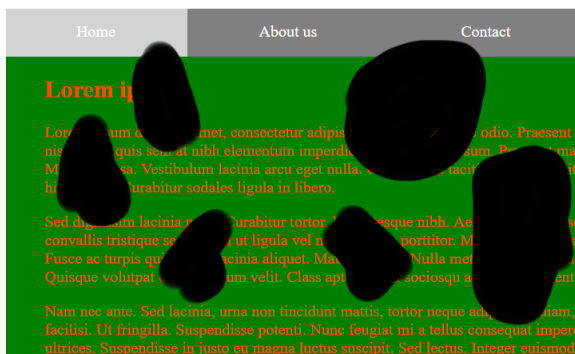
2006). Ihmisen silmässä on tappisoluja, jotka erottavat siniset, punaiset ja vihreät valon aallonpituudet ja näiden vajaatoiminta johtaa värisokeuteen (Randolph 2013). Kuvassa 1 kohdassa 5 nähdään, miten esimerkkiverkkosivulla viher-värisokean näkymässä värisokeudesta johtuvan tekstin ja taustan vähäinen väriero tekee tekstistä vaikealukuista. Valonarkuus (engl. photophobia) tarkoittaa sitä, että normaalina pidettävä valoisuus häiritsee näkemistä tavallista enemmän ja saattaa aiheuttaa kipua (Allan ym. 2016). Hämäräsokeus (engl. nyctalopia, night-blindness) tarkoittaa kykenemättömyyttä nähdä hämärässä valoisuudessa (National eye institute 2018).



1. Normaali näkö



2. Sumea näkö



3. Estynyt näkökenttä, jossa näön esteenä kuviota



4. Pienentynyt näkökenttä, "tunnelinäkö"



5. Viher-värisokeus

Kuva 1: Esimerkkejä heikkonäköisten erilaisista näkökyvyistä

(Allan ym. 2016) mukaan sumeasta näöstä kärsivät käyttäjät voivat tarvita apua esimerkiksi tekstin lukemisessa ja näytöllä olevien elementtien hahmottamisessa. Pienentyneen tai estyneen näkökentän ongelmat voivat olla yleisessä hahmottamisessa ja ruudulla olevien tapahtumien, kuten videon, seuraamisessa (Allan ym. 2016). (Allan ym. 2016) kertovat värisokeuden ongelmat ovat värien samankaltaisuus tai värien sekoittuminen jotka johtavat hahmottamisongelmiin tai siihen, että esimerkiksi tekstiä ei erota taustasta. Valonarkuuden ja hämäräsokeuden ongelmiin auttaa ruudun kirkkauden säätäminen, mutta tästä voi johtua ongelmia värien hahmottamisen kanssa (Allan ym. 2016).

3.2.1 Näkymän osien suurentaminen

Suurennus voi vaikuttaa koko ruudun näkymään tai vain tiettyyn elementtiin kuten tekstiin tai kuvaan. Ruudun osien suurennus toimii usein kuten suurennuslasi ja tyypillisesti suurennus tapahtuu alueena kursorin ympärillä ja helpottaa käyttäjää näkemään näkymän eri osia paremmin (Hallett, Arnsdorff, Sweet, Roberts, Dick, Jewett & Vu 2015). Tekstin tai kuvan suurentaminen voidaan tehdä suurennuslasimaisesti, mutta usein esimerkiksi verkkosivulla olevan tekstin fonttikokoa vain suurennetaan, jolloin tekstin koko suhteessa muihin elementteihin suurenee (Hallett ym. 2015). Web accessibility initiative (2018)n mukaan esimerkkejä heikkonäköisten ongelmista verkossa ovat muun muassa teksti, kuvat ja rakenteet joiden kokoa ei voi muuttaa ja puutteellinen tai monimutkainen navigointi ja visuaaliset vihjeet. Suurentamisella voidaan auttaa esimerkiksi sumeasta näöstä tai pienentyneestä tai estyneestä näkökentästä kärsiviä. Suurentaminen ei kuitenkaan toimi jos näkö on todella heikko (Chiang, Cole, Gupta, Kaiser & Starren 2005).

Luonnollisesti kun rajatulla alueella suurennetaan jotain, niin joltain muulta täytyy ottaa tilaa. Hallett ym. (2015) kertovat ruudun suurentajien ongelmiksi muun muassa sen, että kun näkymää suurennetaan, niin muu ruudun tila jää näkymän taakse jolloin ruudulle jää vähemmän tietoa näkyville. Muiksi ongelmiksi Hallett ym. (2015) kertovat spatiaalisen hahmottamisen katoamisen, sekä tarpeen edestakaiselle pystysuuntaiselle vierittämiselle.

Näkymän suurentamisesta johtuvia ongelmia voidaan vähentää hyvällä suunnittelulla. Tärkeää on responsiivisuus, jolla voidaan nopeuttaa käyttäjän liikkumista verkkosivulla (Hallett ym. 2015). On myös tärkeää, että sivuissa käytetään loogista rakennetta ja sivu on johdonmukainen joka tarkoittaa, että esimerkiksi sivun navigointi on samanlainen jokaisella sivun alaosalla (Leporini & Paternò 2008). Leporini & Paternò (2008) mukaan on myös tärkeää, että otsikointi ja muu visuaalinen informaatio on tehty järkevästi. Verkkosisällön saavutettavuusohjeet version 2.0 kohtien 1.3, 1.4, 2.4, 3.1 ja 3.2 huomioiminen auttaa helpottamaan suurentamisesta johtuvia ongelmia (Caldwell ym. 2008).

3.2.2 Ruudunlukijat

Ruudunlukijasovellus nimensä mukaisesti lukee ruudulla olevaa tekstiä ja elementtejä ääneen (Chiang ym. 2005). Ruudunlukijat toimivat yleensä lukemalla verkkosivua ylhäältä alas ja vasemmalta oikealle (Leporini & Paternò 2008). Ruudunlukija avustaa varsinkin huonosti näkeviä ja sokeita selaamaan verkkoa. Ruudunlukija voi muuttaa tulosteensa pistekirjoitukseksi, jolloin käyttäjät, jotka ovat heikkonäköisiä tai sokeita sekä lisäksi kuuroja tai heikosti kuulevia voivat hyötyä näistä teknologioista myös (Chiang ym. 2005).

Ruudunlukijasovellukset eivät kuitenkaan ole täydellinen vastaus kaikkeen. Lazar, Allen, Kleinman & Malarkey (2007) sekä Borodin, Bigam, Dausch & Ramkrishnan (2010) mainitsevat, että yleisimpiä ongelmia ruudunlukijasovellusten kanssa olivat sivun rakenteelliset ongelmat ja sovellusten yhteensopimattomuus, jotka johtavat osioihin, kuten lomakkeisiin tai kokonaisiin alaosuihin, tai tekstiin joiden olemassaolosta käyttäjä ei tiedä tai joiden kanssa käyttäjä ei pysty olemaan vuorovaikutuksessa. Leporini & Paternò (2008) mukaan huono tai puutteellinen verkkosivun HTML elementteihin asetettu informaatio ja sekava rakenne hidastaa ja sekoittaa käyttäjää. Myös nykyään verkkosovelluksissa suosittu dynaaminen verkkosivun rakenteen muokkaaminen saattaa aiheuttaa ongelmia (Borodin ym. 2010).

Kuten näkymän suurentamisenkin kanssa, loogisuus ja johdonmukaisuus ovat tär-

keitä aspekteja ruudunlukijoiden kanssa (Leporini & Paternò 2008). Ruudunlukijoiden toiminta perustuu tiettyjen elementtikokonaisuuksien havaitsemiseen ja osioihin, joten näille riittävän informaation sisällyttäminen ja ylipäättään saavutettavaksi tekeminen on erittäin tärkeää (Borodin ym. 2010; Leporini & Paternò 2008). Lomakkeiden, navigaation, linkkien ja kuvien on oltava hyvin nimetty ja niiden täytyy sisältää riittävästi informaatiota (Leporini & Paternò 2008). Lisäksi kannattaa antaa mahdollisuus hypätä turhia tai toistuvia sisällön kohtia ylitse turhautumisen ja turhan kognitiivisen rasitteen välttämiseksi (Web accessibility initiative 2018). Verkkosisällön saavutettavuusohjeessa on monia kohtia, jotka auttavat ruudunlukijoiden toimintaa. Olennaisimpia verkkosisällön saavutettavuusohjeen kohtia ovat 1.1, 1.3, 1.4, 3.1, 3.2 ja 4.1 (Caldwell ym. 2008). Pitää muistaa, että verkkosivut tehdään näkeville järkevän näköiseksi ja siinä annetaan riittävä informaatio joko kuvin, tekstein tai värein joten on tärkeää pitää mielessä, että annetaan aina sama informaatio myös huonosti näkeville esimerkiksi tekstin muodossa.

3.2.3 Värien, kirkkauden ja kontrastin muuttaminen

Värien, kirkkauden ja kontrastin muuttamisella tarkoitetaan sitä, että värejä, niiden välisiä kontrastieroja ja näytön kirkkautta voidaan muuttaa. Yleisin näistä on taustan värien ja etualalla olevien elementtien värien muokkaaminen (Web accessibility initiative 2018). Kirkkauden säätäminen liittyy kontrastierojen ja värien kanssa yhteen, koska näytön kirkkautta nostettaessa värien kontrastierot kasvavat sekä värit kirkastuvat ja kirkkautta laskiessa kontrastierot pienenevät ja värit tummentuvat. Värisokeiden tapauksessa kyse on siitä, että osa väreistä sekottuu keskenään kun taas kontrastiherkän henkilön kanssa ongelma voi olla, että hyvinkin erilaiset värit (kuten punainen, sininen ja vihreä) ovat kontrasteiltaan hyvin samanlaiset (Allan ym. 2016). Kirkkauden säätämisestä voivat hyötyä esimerkiksi valonarat ja hämäräsokeat henkilöt. Värien, kirkkauden ja kontrastin muuttamisesta voivat hyötyä kaikki heikkonäköiset.

Värien käyttö on tärkeä elementti informaation välittämisessä (Jefferson & Harvey 2006). Leporini & Paternò (2008) mukaan esimerkiksi eri osioiden erottaminen vä-

rein on hyvä keino opastaa käyttäjää. Ongelmia värien käytön kanssa löytyy kuitenkin monen vammaisen ja vammattoman näkökulmasta kuten luvussa 2.1 todettiin.

Hyvä suunnittelu värien suhteen on sellainen, että sivun helppoon käyttöön ei välttämättä edes tarvita värejä ja värejä käyttäessä ne on helppo erottaa toisistaan. Väreillä korostaminen onkin erittäin hyvä keino tuoda asioita näkyvämmäksi, mutta väärät valinnat voivat tehdä sivusta vain vaikeammin käytettävän (Web accessibility initiative 2018). Yksi hyvä keino on pitää olennaiset osat yksinkertaisina esimerkiksi siten, että tekstin tausta on yksivärinen jolloin tekstin ja taustan värien muuttaminen voidaan tehdä helposti. Toinen hyvä keino on antaa visuaalisia vihjeitä muillakin tavoilla kuin väreillä: esimerkiksi navigaatioissa vaihtamalla valitun sivun taustaväri ja fontin koko (Leporini & Paternò 2008).

3.2.4 Vaihtoehtoiset työkalut verkon selaamiseen

Verkon selaamiseen voi olla myös muita keinoja kuin kursorin käyttäminen. Caldwell ym. (2008) kertovat, että yleisimmin kaikki hiirestä poikkeavat vaihtoehdot toimivat näppäimistön tavoin: Esimerkiksi puhetta komennoiksi muokkaavat työkalut tuottavat näppäimistön komentoja. Myös monet laitteet, joissa ei ole hiirtä tai näppäimistöä sallivat jonkunlaisen keinon tuottaa tekstiä tai näppäimistön painalluksia (Caldwell ym. 2008). Muita teknologioita verkon selaamiseen voivat olla esimerkiksi silmän tai käden liikkeillä ohjattavat laitteet tai selaimet.

Tietokoneet toimivat hiirellä sekä näppäimistöllä, joten on luonnollista käyttää näppäimistöä jos hiiren kursoria ei pysty esimerkiksi näkemään (Chiang ym. 2005). Näppäimistö onkin vakavasti heikkonäköisen tai sokean yleisin tapa käyttää tietokonetta (Web accessibility initiative 2018). Näppäimistöllä verkon selaaminen toimii hyvin samalla tavalla kuin ruudunlukijan toiminta. Näppäimistöllä selatessa käytetään yleensä sarkainta vaihtamaan valittua elementtiä kuten linkkiä, otsikkoa tai esimerkiksi listan alkioita (Web accessibility initiative 2018).

Näppäimistöllä selaaminen toimii hyvin paljon ruudunlukijan tapaan, joten ongelmat ja ratkaisut hyvin samanlaiset (katso luku 3.2.2). Yleensä ruudunlukijaa myös

ohjataan näppäimistöllä (Web accessibility initiative 2018). Tärkeää on pitää rakenne järkevänä ja mahdollistaa näppäimistöllä pääsy kaikkeen sisältöön.

4 Yhteenveto

Tutkimuksessa kerrottiin saavutettavuudesta, sen nykyisestä tilasta sekä siitä miten saavutettavuus voidaan ottaa kehittäessä huomioon heikkonäköisten ja sokeiden näkökulmasta. Tutkimuksessa löydettiin, että saavutettavuuden tilanne on edelleen huono vaikka toimia sen parantamiseksi on tehty. Tämän lisäksi todettiin, että ratkaisut saavutettavuusongelmiin eivät ole vaikeita toteuttaa.

Saavutettavuuden etuna on laajempi käyttäjäkunta sivustolle sekä hakukoneiden suosio. Saavutettavuusongelmien todettiin olevan pääsääntöisesti rakenteellisia ja niiden korjaaminen ei vaadi suuria toimenpiteitä. Kun saavutettavuus otetaan huomioon kehityksen joka vaiheessa, niin myöhemmin korjaamisesta ei myöskään tule kustannuksia. On siis erikoista, että suuretkin sivustot jättävät saavutettavuuden huomiotta kuten tässä tutkielmassa huomattiin.

Tärkeimpiä asioita heikkonäköisten ja sokeiden saavutettavuudessa verkossa on sivun rakenteen loogisuus (sekä koodi, että näkymä) ja johdonmukaisuus sekä järjellinen värien käyttö. Suurimpia ongelmia olivat huono värien käyttö, sivuston epäloogisuus, huono näkymätön informaatio ja avustavien teknologioiden yhteensopimattomuus. Värien käytön huomattiin olevan ongelma kaikissa käyttäjäryhmissä ja vaikka itsessään onkin ns. design-elementti, niin sitä käytetään usein myös välittämään informaatiota. Yksi olennaisimmista asioista onkin kehittäessä muistaa, että jos annetaan jotain visuaalista informaatiota niin se täytyy pystyä esittämään myös muilla tavoilla, kuten lisäämällä painikkeeseen tekstiä tai antamalla kuvalle lisäinformaatiota antavan vaihtoehdoisen tekstin. Samoin rakenteen kanssa on muistettava, että usein sivut rakennetaan loogiseksi näkymäksi niin pitää sen olla myös looginen koodin puolella, jotta avustavia teknologioita voidaan käyttää tehokkaasti. Useimmat avustavien teknologioiden kanssa yhteensopimattomuudesta johtuivat juurikin sivun rakenteen monimutkaisuudesta tai puutteellisesta lisäinformaatiosta.

Tulevaisuudessa tulisi tutkia miten saavutettavuusdirektiivi sekä Verkkosisällön saa-

vutettavuusohjeen versio 2.1 vaikuttavat saavutettavuuden tilanteeseen, jos ollenkaan. Tilanne ei ole vuosien varrella juurikaan muuttunut paremmaksi, mutta osa syytä voi olla jo melko vanha Verkkosisällön saavutettavuusohje 2.0. Lisäksi syytä olisi tutkia miksi saavutettavuus on edelleen suuri ongelma ja etenkin miksi sitä ei ole otettu huomioon suurienkaan verkkosivujen kehityksessä.

Kirjallisuutta

- Alahmadi, T. & Drew, S.(2016). *An evaluation of the accessibility of top-ranking university websites: Accessibility rates from 2005 to 2015*. There and back: Charting flexible pathways in open, mobile and distance education: Conference Proceedings. Hamilton, Uusi-Seelanti: University of Tasmania, s.224-233.
- Allan, J., Kirkpatrick, A. & Henry, S.L. (2016). *Accessibility requirements for people with low vision*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <https://www.w3.org/TR/low-vision-needs/>>. Viitattu 3.2.2018
- Borodin, Y., Bigham, J.P., Dausch, G. & Ramkrishnan, I.V.(2010). *More than Meets the Eye: A Survey of Screen-Reader Browsing Strategies*. Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility. Raleigh, North Carolina: ACM.
- Caldwell, B., Cooper, C., Reid, L. G. & Vanderheiden, G. (2008). *Verkkosisällön saavutettavuusohjeet*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <https://www.w3.org/Translations/WCAG20-fi/>>
- Calvo, R., Seyedarabi, F. & Savva A.(2016). *Beyond Web Content Accessibility Guidelines. Expert Accessibility Reviews* . Proceedings of the 7th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion 77. Vila Real, Portugal: ACM.
- Chiang, M.F., Cole, R.G., Gupta, S., Kaiser, G.E. & Starren, J.B.(2005). *Computer and World Wide Web Accessibility by Visually Disabled Patients: Problems and Solutions*. (n.p.): Elsevier.
- Colour Blind Awareness (2010). *Statistics and Data* Saatavilla WWW-muodossa <URL: <http://www.colourblindawareness.org/>>.
- Disability Rights Commission(2004). *The Web: Access and Inclusion for Disabled People*. London: The Stationery Office.
- Euroopan Parlamentti ja Neuvosto(2016). *Euroopan Parlamentin ja Neuvoston direktiivi (EU) 2016/2102*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32016L2102>>. Viitattu 3.2.2018

- Gonçalves, R., Martins, J., Pereira, J., Oliveira, M.A. & Ferreira, J.J.P.(2013). *Enterprise Web Accessibility Levels Amongst the Forbes 250: Where Art Thou O Virtuous Leader?*. (n.p.): Journal of Business Ethics.
- Hallett, E.C., Arnsdorff, B., Sweet, J., Roberts, Z., Dick, W., Jewett, T. Vu K.L.(2015). *The Usability of Magnification Methods: A Comparative Study Between Screen Magnifiers and Responsive Web Design*. Human Interface and the Management of Information s.181-189. Information and Knowledge Design. Cham: Springer International Publishing.
- Hersh, M. A. & Johnson, M.A.(2008). *Assistive technology for visually impaired and blind people*. London: Springer.
- Jani, R. & Schrepp M.(2005). *Are the Web Accessibility Guidelines applicable and sufficient for Web Applications?*. In 8th European conference for the advancement of assistive technology in Europe: Assistive technology from virtuality to reality (AAATE 2005). n.p.: IOS Press.
- Jefferson, L. & Harvey, R. (2006). *Accommodating color blind computer users*. Proceedings of ASSETS 2006. Portland, Oregon, USA: ACM.
- Kirkpatrick, A., Connor, J., & Cooper, M. (2018). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>>
- Lazar, J., Allen, A., Kleinman, J. & Malarkey C.(2007) *What Frustrates Screen Reader Users on the Web: A Study of 100 Blind Users*. International Journal of Human-Computer Interaction, s. 247–269.
- Leporini, B. & Paternò, F.(2008). *Applying Web Usability Criteria for Vision-Impaired Users: Does It Really Improve Task Performance?*. Intl. Journal of Human-Computer Interaction, 24:1 s.17-47.
- National eye institute. Järjestön WWW-sivut <URL: <https://nei.nih.gov/>>. Viitattu 23.4.2018
- Nikkanen, V. (2005). *Saavutettavuus on osallisuutta*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: http://www.selko-e.fi/oppaat/hk05/hk05_saavutettavuus_on_osallisuutta.pdf>.
- Näkövammaisten liitto ry. Järjestön WWW-sivut <URL: <http://www.nkl.fi/>>.

Viitattu 23.4.2018

Petrie, H. & Kheir, O. (2007). *The Relationship between Accessibility and Usability of Websites*. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. San Jose, California, USA: ACM, s.397-406.

Randolph, S. A. (2013). *Color vision deficiency*. Randolph, Susan A. Workplace health safety 61.6 (2013).

United Nations(2006). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities and Optional Protocol..* Haettu osoitteens <URL: <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities.html>>.

Web accessibility initiative (2018). Saatavilla WWW-muodossa <URL: <https://www.w3.org/WAI/>>. Viitattu 23.4.2018

World Health Organization (2017). *Vision Impairment and Blindness*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>>. Viitattu 11.3.2018

World Internet Stats. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <https://www.internetworldstats.com/stats.htm>>. Haettu 27.03.2018.

W3C. *Accessibility Standard* (2018). Saatavilla WWW-muodossa <URL: <https://www.w3.org/standards/webdesign/accessibility>>. Viitattu 3.2.2018

W3C. *Introduction to web accessibility*. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <https://www.w3.org/WAI/intro/accessibility.php>>. Viitattu 3.2.2018