

Inga Delahay

**VERKKOSIVUJEN SAAVUTETTAVUUDEN
ONGELMAT - TYÖKALUJA PAREMPAAN
SAAVUTETTAVUUTEEN**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2021

TIIVISTELMÄ

Delahay, Inga

Verkkosivujen saavutettavuuden ongelmat – työkaluja parempaan saavutettavuuteen

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2021, 52 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatin tutkielma

Ohjaaja: Marttiin, Pentti

Tutkimuksessa perehdyttiin kirjallisuuskatsauksen muodossa saavutettavuuteen ja sen tilanteeseen erityyppisillä verkkosivustoilla nykyään, keskittyen erityisesti näkö- ja kuulorajoitteisten kokemuksiin ongelmiin ja esteisiin verkkosivustoilla sekä näihin ongelmiin ehdotettuihin ratkaisuihin. Suurimmalla osalla verkkosivuista esiintyy edelleen monia saavutettavuusesteitä, jotka liittyvät useimmiten sivuilla olevien kuvien ja linkkien nimeämiseen ja kuvaukseen. Nämä ongelmat vaikuttavat eniten näkörajoitteisten käyttäjien käyttökokemukseen, sillä heidän tarvitsemansa aputeknologiat eivät pysty kertomaan verkkosivujen elementtien sisällöstä, mikäli sille ei tarjota tekstimuotoista esitystä. Tällaisten ongelmien korjaaminen on kuitenkin useimmiten helppoa Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) -ohjeistuksia seuraamalla sekä automaattisia arviointityökaluja käyttämällä. Ongelmien kauaskantoisempaan ehkäisemiseen suositellaan laajoja koulutusmuutoksia sekä lainalaisien säädösten kehittämistä maailmanlaajuisesti.

Asiasanat: saavutettavuus, näkörajoitteet, kuulorajoitteet, saavutettavuusongelmat, saavutettavuustyökalut, WCAG

ABSTRACT

Delahay, Inga

Accessibility problems in websites – tools for better web accessibility

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2021, 52 pp.

Information Systems, Bachelor's Thesis

Supervisor: Marttiin, Pentti

In this literature review we get acquainted with web accessibility today and the amount and quality of the problems websites have with implementing it. The study is limited to concern only visually impaired and hearing-impaired users to investigate the barriers they face when using the Internet. Additionally, we present the proposed solutions for these problems and barriers found in the literature. A high number of websites are found to have a high amount of accessibility problems concerning mostly the naming and describing of pictures or links on a website. These problems cause barriers mainly to visually impaired users because the assistive technologies in use cannot inform their users of content's purpose without a textual alternative. Fixing problems of this type is usually a simple task with the assistance of Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) or using automatic evaluation tools. To prevent accessibility barriers more efficiently, studies recommend comprehensive changes in both education and law regulations worldwide.

Keywords: accessibility, web accessibility, visually impaired, hearing impaired, web accessibility problems, web accessibility tools, WCAG

TAULUKOT

TAULUKKO 1 WCAG 2.0 sisältämät näkö- ja kuulorajoitteisia koskevat ohjeet	19
TAULUKKO 2 WCAG 2.1 uudet onnistumiskriteerit.....	21
TAULUKKO 3 Saavutettavuusongelmat julkisten palvelujen verkkosivuilla ...	27
TAULUKKO 4 Saavutettavuusongelmat korkean koulutuksen verkkosivuilla	29
TAULUKKO 5 Saavutettavuusongelmat muilla verkkosivuilla	32
TAULUKKO 6 Saavutettavuuden automaattiset arviointityökalut	35
TAULUKKO 7 Saavutettavuusongelmia vastaavat ratkaisut.....	38
TAULUKKO 8 Ohjeet saavutettavuuden laajempaan huomiointiin	43

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
TAULUKOT	4
SISÄLLYS.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS.....	9
2.1 Käytettävyys.....	9
2.2 Saavutettavuus.....	11
2.3 Vammaisuus ja sen vaikutukset verkkosivujen käyttöön	13
2.3.1 Näkörajoitteet	13
2.3.2 Kuulorajoitteet	15
3 YLEISET OHJEISTUKSET.....	17
3.1 Web Content Accessibility Guidelines	17
3.2 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2016/2102	22
3.3 Section 508 of the Rehabilitation Act	22
4 VERKKOSIVUJEN SAAVUTETTAVUUDEN ONGELMAT	24
4.1 Hallinnollisten ja julkisten palveluiden verkkosivut	25
4.2 Korkean koulutuksen verkkosivut.....	27
4.3 Muiden organisaatioiden verkkosivut ja mobiiliselaus	30
5 ONGELMIIN KEHITETYT RATKAISUT	34
5.1 Saavutettavuuden työkalut	34
5.2 WCAG 2.0 tai 2.1 ratkaisut	37
5.3 Työtapojen ja säädösten muutokset.....	40
6 YHTEENVETO	44
LÄHTEET	47

1 JOHDANTO

On sanomattakin selvää, että Internet ja sen lukuisat palvelut ovat tänä päivänä välttämätön osa jokaisen arkea ja työelämää, niin IT-alalla kuin sen ulkopuolellakin. Nykyään Internetiä tarvitaan ja jopa vaaditaan arkisten sekä jokapäiväisten tehtävien suorittamiseen. Tästä huolimatta on yhä olemassa monia verkkosivuja ja -palveluita, jotka ovat vaikeakäyttöisiä osalle väestöstä (Król & Zdonek, 2020). Etelä-Suomen aluehallintovirasto (2019) esittää arvioita, joiden mukaan Suomessa on yli miljoona ihmistä, joilla voi olla vaikeuksia käyttää verkkopalveluja saavutettavuuden huomioinnin puutteen vuoksi. Näihin ihmisiin voivat kuulua muun muassa sokeat, kuurot, vanhukset, fyysisesti rajoittuneet, lapset ja käyttäjät, jotka eivät puhu verkkosivustossa käytettyä kieltä. Vaikeakäyttöisyys voi johtua esimerkiksi siitä, että suunnittelussa ja kehittämisessä ei välttämättä oteta huomioon erityisvähemmistöjä (Favalli & Ferri, 2018). On lisäksi todettu, että verkkosivustot ja -palvelut niin julkisella kuin kaupallisellakin puolella voivat kohottaa vammaisten käyttäjien elämänlaatua (Król & Zdonek, 2020). Verkkopalveluiden kehittäminen vähemmistöille helppokäyttöiseksi ja saavutettavaksi on siis tärkeää heidän hyvinvointinsa edistämiseksi.

Saavutettavuus on noussut laajalti puheenaiheeksi ympäri maailmaa. Julkisten palveluiden saavutettavuutta on pyritty takaamaan laatimalla uusia lakeja ja asetuksia, joiden tarkoituksena on vähentää vähemmistöjen kokemia esteitä ja syrjintää. Yhtenä esimerkkinä tällaisista säännöistä toimii Euroopan parlamentin ja neuvoston laatima niin kutsuttu saavutettavuusdirektiivi. Direktiivin ja monien muiden samankaltaisten säädösten pohjana toimivat verkon saavutettavuusohjeistukset, joita päivitetään uusien teknologioiden kehittyessä sekä vähemmistöjen tarpeiden noustessa yhä vahvemmin yleiseen tietoisuuteen.

Huomion kiinnittäminen palvelujen saavutettavuuteen on käyttäjille tärkeää sen tuoman lisäarvon vuoksi. Saavutettavat verkkosivut ovat monesti muun muassa selkeämpiä navigoida ja niillä on nopeampi latausaika (Web Accessibility Initiative, 2016; Csontos & Heckl, 2020). Joillekin käyttäjille verkkosivujen saavutettavuus on jopa välttämätöntä (Etelä-Suomen aluehallintovirasto, 2019). Saavutettavuuden tuomat hyödyt eivät kuitenkaan jää vain käyttäjien tasolle: saavutettavuus mahdollistaa palvelujen tarjoajille muun muassa laa-

jemman yleisön saavuttamisen antamalla uusille käyttäjille mahdollisuuden vuorovaikuttaa verkkosivuston ja sen palveluiden kanssa (W3C, 2018). Mainitut hyödyt menevät kuitenkin usein sekaisin käytettävyyden tavoitteiden kanssa, minkä vuoksi tutkielmassa on tarpeellista tehdä selvitys näiden kahden käsitteen välisistä yhtäläisyyksistä ja eroista.

Tässä kandidaatin tutkielmassa tutkitaan verkkosivuilla havaittuja yleisimpiä saavutettavuuden ongelmia nykyään sekä näihin ongelmiin löydettyjä ja ehdotettuja ratkaisuja. Tutkimuskysymyksiksi muodostuivat siis:

- 1) *Mitä saavutettavuuden ongelmia verkkosivustoilla on nykyään eniten?*
- 2) *Mitä ratkaisuja tai työkaluja verkkosivujen saavutettavuuden parantamiseksi on kehitetty?*

Tutkimus on toteutettu integroivana kirjallisuuskatsauksena. Aiheen ollessa moderni ja laaja, tutkimusta on rajattu koskemaan vain näkö- ja kuulorajoitteisten kokemia ongelmia verkkosivustojen käytössä. Saavutettavuudesta tehdään jatkuvasti uutta tutkimusta, joten mahdollisimman uuden kirjallisuuden etsiminen todettiin toiseksi tarpeelliseksi rajaukseksi tutkielmalle. Tuloksia rajattiin täten koskemaan vuoden 2017 jälkeen ilmestyneitä tutkimuksia. Tällä rajauksella pyrittiin löytämään mahdollisimman monia tutkimuksia uusimpien saavutettavuusohjeiden noudattamisesta, niiden noudattamisen vaikeuksista sekä kehitetyistä ratkaisuista vaikeuksien avuksi. Tutkielmaan sallittiin kuitenkin vanhempiakin lähteitä niillä ehdoilla, että: ne koskivat käsitteiden avausta; ne koskivat saavutettavuusstandardien avausta tai; ne koskivat syitä saavutettavuuden sivuuttamiselle. Lähteiksi soveltuvia tutkimuksia etsittiin ensin Google Scholar-tietokannasta hakutermein ”web site accessibility” ja ”verkkosivut AND saavutettavuus” ensimmäisten lähteiden löytämiseksi ja lähteiden määrän kartoittamiseksi. Näin koottujen lähteiden joukossa oli useita opinnäytteitä, joten tarkempien tulosten saamiseksi haettiin lähteitä Google Scholarin lisäksi Scopuksesta sekä Semantic Scholarista hakutermein:

- ”(accessibility AND website AND tools) OR (accessibility AND website AND (vision disability OR hearing disability))”
- ”(saavutettavuus AND (verkkosivut OR nettisivut) AND työkalu) OR (saavutettavuus AND (verkkosivut OR nettisivut) AND (invaliditeetti OR näkörajoite OR kuulorajoite))” ja
- ”saavutettavuus AND verkkosivut”

Tutkielmaan on pyritty ottamaan mukaan mahdollisimman monikansallista kirjallisuutta yleisen tilanteen kartoittamiseksi. Tutkimuksia löytyi monista maista, muun muassa Yhdysvalloista, Intiasta ja Brasiliasta. Suomalaiset hakutermit eivät kuitenkaan tuottaneet tulosta muualla kuin Google Scholarissa, ja sielläkin pääasiallisesti opinnäytteiden muodossa. Tästä syystä kirjallisuuskatsauksesta puuttuu suomalaisten verkkosivujen saavutettavuuden tarkastelu, joka olisi uusien säädösten myötä ollut kiinnostava näkökulma. Joitakin tutki-

muksia on rajattu pois myös tutkielman laajuusrajoitusten takia. Tutkielman sisältöön ovat vaikuttaneet lisäksi suuresti tieteellisen kirjallisuuden vahva painotus näkörajoitteisuuteen: sokeuden ja heikkonäköisyyden vaikutuksista verkkosivujen käyttöön ja niiden saavutettavuuteen löytyi huomattavasti enemmän tutkimuksia kuin kuulorajoitteisuuteen liittyviä tutkimuksia.

Kirjallisuuskatsauksen myötä näkörajoitteisia koskevia ongelmia löydettiin selkeästi eniten. Sokeita ja värisokeita käyttäjiä ei tunnuta ottavan huomioon juuri millään verkkosivulla monien kontrastiongelmiin ja HTML- tai CSS-koodin epäselvän muotoilun ollessa läsnä lähes jokaisessa. Kuulorajoitteisille käyttäjille taas suurimpia ongelmia vaikuttavat tuottavan verkkosivuilla käytetyn kielen monimutkaisuus ja jargon tai ääni- ja videosisällön vaikeaselkoisuus esimerkiksi tekstitysten tai viittomakielisen esityksen puutteen vuoksi.

Ratkaisuiksi näihin ongelmiin esitetään muun muassa eritasoisten analyysien toteuttamista: erilaisilla verkkosivujen saavutettavuuden arviointityökaluilla voidaan suorittaa sivujen ensimmäinen arviointi, ja syvempiin analyysihin suositellaan alan ammattilaisten tekemiä manuaalisia analysointejä sekä käyttäjätutkimuksien toteuttamista. Saavutettavuuden laajemman tiedostamisen takaamiseksi ja ongelmien ehkäisemiseksi tutkijat ehdottavat myös aiheen sisällyttämistä opetukseen ja koulutukseen. Tutkimuksen tulokset auttavat huomioimaan verkkosivujen saavutettavuutta paremmin sekä verkkosivujen kehittäjiä seuraamaan sivujensa kehitystä tarkemmin löydettyjen yleisimpien saavutettavuusongelmien avulla.

Tutkielma etenee seuraavasti: Ensin esitellään tutkielman aiheen ymmärtämisen kannalta tärkeimmät käsitteet eli käytettävyys, saavutettavuus, näkörajoitteet sekä kuulorajoitteet (luku 2). Seuraavaksi luvussa 3 kerrotaan tärkeimpien saavutettavuusohjeiden – Web Content Accessibility Guidelines -ohjeiden – versioista ja niiden sisällöistä sekä annetaan esimerkkejä ohjeiden käyttöönottoprosesseista ja niiden vaikutuksista Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Luvussa 4 esitellään kirjallisuuskatsauksessa löydettyjä verkkosivustojen ongelmia ja arvioidaan niiden vaikuttavuutta näkö- ja kuulorajoitteisiin käyttäjiin. Seuraavaksi tutkielmassa edetään tutkimuksissa ehdotettuihin ratkaisuihin saavutettavuusongelmien ehkäisemiseksi (luku 5). Viimeisenä luvussa 6 tehdään tutkimuksen löydöistä ja etenemisestä yhteenveto ja esitetään tutkimukselle mahdollisia jatkotutkimusaiheita.

2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Tutkimuksen toteuttamista varten on syytä käydä läpi aiheelle tärkeimmät käsitteet ja niiden merkitys tutkimuksessa. Käytettävyys on laajalti tunnettu ja tutkittu käsite erityisesti IT-alalla, mutta se saattaa edelleen sekoittua monen mielessä saavutettavuuteen (Acosta-Vargas, Salvador-Ullauri & Luján-Mora, 2019), joskus näiden käsitteiden päällekkäisten tavoitteiden takia (Web Accessibility Initiative, 2016; Csontos & Heckl, 2020). Esimerkiksi Rodríguez, Pérez, Cueva ja Torres (2017) väittävät käytettävyyden olevan saavutettavuutta täydentävä käsite sillä perusteella, että parempi saavutettavuus lisää käytettävyyttä ja päinvastoin. Toisessa tutkimuksessa Khandare, Gawade ja Turkar (2017) taas sanovat asian olevan päinvastoin, heidän mielestään saavutettavuus on käytettävyyden aspekti. Käsitteiden päällekkäisyyden vuoksi niiden käyttöön voi liittyä hämmennystä oikeita määrittelyjä etsiessä, mikä voi johtaa käytettävyyden ja saavutettavuuden tavoitteiden keskeneräisiksi tai vajaiksi jäämiseen verkkosivuja kehittäessä. Käytettävyttä ja saavutettavuutta toteutettaessa tehokkainta olisikin molempien käsitteiden tavoitteiden yhtäaikainen toteutus (Web Accessibility Initiative, 2016).

Koska tutkimus on rajattu näkö- ja kuulorajoitteisten kokemuksiin verkkosivujen saavutettavuusongelmiin ja heidän käyttäjäkokemustaan parantaviin ratkaisuihin, on tutkielmassa syytä avata myös näkö- ja kuulorajoitteisuus niiden monipuolisuudessaan sekä niiden vaikutus verkkosivujen käyttöön. Käsitteillä on monia eri tulkintoja riippuen käyttötarkoituksesta ja itse käyttäjästä. Tässä luvussa avataan näitä käsitteitä sekä niiden yhtäläisyyksiä ja eroja, ja tiivistetään tämän kirjallisuuskatsauksen aiheen valossa osuvin tulkinta kyseisestä käsitteestä.

2.1 Käytettävyys

Käytettävyydellä viitataan usein lyhyesti käytettävän tuotteen tai järjestelmän helppokäyttöisyyteen. Esimerkiksi Khandare ym. (2017) avaavat verkkosivun

käytettävyyden ulottuvuuksia: se voi tarkoittaa käyttäjäystävällisyyttä, verkkosivun käytön vaivattomuutta, informaation selkeää ja tiivistä esitystapaa, tärkeiden elementtien oikeanlaista asettelua, monitulkintaisuuden puutetta, useilla laitteilla toimivuutta sekä verkkosivun sopivuutta kaikille sukupuolille ja kaikenikäisille käyttäjille. Rodríguezin ym. (2017) mukaan ISO 9241-11 -standardissa käytettävyys määritellään tarkemmin: ”Käytettävyys on taso, jolla tietyt käyttäjät voivat käyttää tuotetta saavuttaakseen tiettyjä tehokkuuden, vaikuttavuuden ja tyytyväisyyden tavoitteita tietyssä käyttökontekstissa (ISO 9241-11:1998).” (Rodríguez ym., 2017, s. 199). Yhdysvaltojen General Services Administration ylläpitää tietoja käytettävyydestä, käyttäjäkokemuksesta sekä käytettävyyden parantamisen ohjeista Usability.gov-sivustolla (2021), jolla käytettävyys määritellään käyttäjän kokemana laadun tasona tuotteita tai järjestelmiä käytettäessä. Kuten ISO-standardi, myös Usability.gov nostaa tehokkuuden, vaikuttavuuden ja käyttäjän tyytyväisyyden esille. Käyttäjän tyytyväisyys on käytettävyyssmittauksissa tärkeää, sillä liian monimutkaiset tai vaikeat rakenteet saattavat ajaa käyttäjän pois tuotteen tai järjestelmän luota (Csontos & Heckl, 2020), kun taas helppokäyttöiset palvelut kannustavat palaamaan takaisin tuotteen käytön pariin.

Verkkosivujen käytettävyydestä puhuttaessa tarkoitetaan siis sitä, kuinka helposti ja tehokkaasti verkkosivua voidaan käyttää halutun palvelun saavuttamiseksi. Tähän helppouteen ja tehokkuuteen voivat vaikuttaa muun muassa verkkosivun rakenteen loogisuus, tietyn tiedon löytämisen vaivattomuus ja navigoinnin mahdollisuus. Csontos ja Heckl (2020) mainitsevat myös helpommin mitattavia tekijöitä, kuten sivun latausnopeuden ja sen käytön lämpökartan. Verkkosivun lämpökartalla he viittaavat Sezgin Hergulin vuoden 2015 artikkelissa mainittuihin visuaalisiin verkkosivun analysointiteknologioihin, jotka analysoivat muun muassa verkkosivulla kävijöiden hiirten klikkausten keskittymistä, kursorin pysähtymispaikkoja sekä sivun selaamista hiiren rullan avulla, ja luovat näin lämpökarttamaisen visualisaation käytettävyyden parantamisen pohjaksi (Csontos & Heckl, 2020, s. 142). Csontosin ja Hecklin (2020) tutkimuksessa Unkarin hallituksen verkkosivujen saavutettavuudesta, käytettävyydestä ja turvallisuudesta käytettiin juuri latausaikaa käytettävyyden mittarina, sillä käyttäjien kokemana helppokäyttöisyys on vahvasti yhteydessä verkkosivujen latausnopeuteen: jos latausnopeus on hidas, käyttäjä saattaa kokea sivun vaikeakäyttöiseksi ja lähteä siltä kokonaan pois. Käytettävyys onkin tärkeää verkkosivun menestykselle, sillä tyytymättömät käyttäjät eivät palaa takaisin vaikeakäyttöisille sivuille (Csontos & Heckl, 2020). Web Accessibility Initiative (2016) mainitsee verkkosivun käytön tyydyttävyyden tärkeänä osana käytettävyyttä, minkä vuoksi heidän mukaansa käytettävyyden toteutukseen kuuluu myös käyttäjäkokemussuunnittelu. Usability.gov (2021) myötäilee samaa ajatusta, ja toteaa verkkosivujen käytettävyyden koostuvan tietyistä tekijöistä, joihin kuuluvat intuitiivinen design, järjestelmän käytön oppimisen helppous, verkkosivun suurin mahdollinen tehokkuus, verkkosivun muistettavuus, käyttäjien tekemien virheiden määrä ja vakavuus, sekä käyttäjän tyytyväisyys verkkosivuun.

2.2 Saavutettavuus

Saavutettavuuden tärkeys on noussut kansainvälisessä keskustelussa viime vuosina reilusti. Tähän osasyynä on vuonna 2016 voimaan tullut Euroopan parlamentin ja neuvoston laatima saavutettavuusdirektiivi, jossa säädetään jäsenvaltioiden julkishallinnon tarjoamien palveluiden saavutettavuudesta (Näkövammaisten liitto, 2020). Tämä on luonut painetta tehdä uusista ja vanhoista verkkosivuista saavutettavia kaikille, mutta käsitteen ymmärtäminen on yhä monille vaikeaa.

Saavutettavuuden ymmärtämisen vaikeuteen vaikuttaa se, että sen tulkinta vaihtelee usein jonkin verran käsitteen käyttäjien kesken. Saavutettavuudesta puhutaan esimerkiksi sekä pelkkänä saavutettavuutena että verkkosivujen saavutettavuutena, mutta pääosin näillä tarkoitetaan samaa asiaa. Kielellisesti käsite eroaa suomen ja englannin kielen välillä: suomeksi saavutettavuus käsittelee useimmiten verkkosivujen saavutettavuutta, mutta englanniksi (*accessibility*) se voi tarkoittaa myös esteettömyyttä, joka taas tulkitaan fyysisen rakennetun ympäristön ja laitteiden helppokäyttöisyytenä (Näkövammaisten liitto, 2020).

Rodríguezin ym. (2017) mukaan ISO 9241-171 -standardissa saavutettavuus on erikykyisten ihmisten jonkinlaisen "...tuotteen, palvelun, viitekehyksen tai resurssin käyttöä tehokkaalla, vaikuttavalla ja tyydyttävällä tavalla..." (Rodríguez ym., 2017, s. 199). Toisessa standardissa, ISO/IEC 25010 -standardissa, Carneiron ja Rochan (2019, s. 57) sanoin saavutettavuus määritetään sillä, kuinka laajasti tuotetta tai järjestelmää suurin mahdollinen käyttäjäryhmä voi käyttää tietyn tavoitteen saavuttamiseksi tietyssä käyttötapauksessa riippumatta kyseisten käyttäjien fyysisestä kyvykkyydestä tai ominaisuuksista. Myös Etelä-Suomen aluehallintovirasto (2019) tulkitsee saavutettavuutta samoin: "Saavutettavuuden perusajatuksena on se, että digitaaliset palvelut tehdään niin hyvin käyttäjien erilaiset tilanteet ja haasteet huomioiden, että mahdollisimman moni ihminen voisi käyttää palveluja mahdollisimman sujuvasti." (Etelä-Suomen aluehallintovirasto, 2019) ja kuvailee saavutettavuutta erilaiset tilanteet ja tarpeet huomioon ottavana asiakaslähtöisenä suunnitteluna.

Kielellisetkin erot huomioon ottaen tutkimusten sanavalinnat saavutettavuuden määrittelyssä vaihtelevat. Edellä mainitut määritelmät puhuvat saavutettavuudesta kaikkia ihmisiä koskevana käsitteenä, mutta jotkin tutkimukset määrittelevät saavutettavuuden nimenomaan vammaisia koskevana käsitteenä. Näiden määritelmien mukaan saavutettavuuden avulla vammaiset pystyvät tasa-arvoisesti havaitsemaan, ymmärtämään, navigoimaan ja olemaan vuorovaikutuksessa verkkosivujen sekä niiden tarjoamien palveluiden kanssa (Web Accessibility Initiative, 2016; Ismail, Kuppusamy, Kumar & Ojha, 2019; Csontos & Heckl, 2020). Myös Usability.gov (2021) kuvailee saavutettavuuden keskittyvän siihen, "...kuinka vammaisen henkilö pääsee tai hyötyy sivustosta, järjestelmästä tai sovelluksesta." (Usability.gov, 2021). Web Accessibility Initiative (2016) on lisäksi määritellyt saavutettavuuden käsittelevän tasavertaisen käyttäjäkokemuksen vammaisia syrjiviä puolia. Näitä välttääkseen tulisi ottaa

huomioon myös vammaisten tasavertaiset mahdollisuudet osallistua verkon käyttöön ilman esteitä (Web Accessibility Initiative, 2016). Itsenäisyyden lisääminen verkkosivujen käytössä tulee esille myös Królin ja Zdonekin (2020) määritelmässä, mutta he lisäävät saavutettavan verkkosivun määritelmään turvallisuusaspektin.

Joissain tapauksissa saavutettavuuteen yhdistetään olennaisena osana suunnittelu. Alin (2021) uudessa tutkimuksessa verkkosivujen saavutettavuutta tarkennetaan näin: "...verkkosivut, niiden työkalut ja niiden käyttöön liittyvät teknologiat suunnitellaan saavutettavalla tavalla kaikille ihmisille riippumatta heidän mahdollisista fyysisistä rajoitteistaan tai vammaisuudestaan." (Ali, 2021, s. 165). Usability.gov-sivustolla (2021) myös ohjeistetaan verkkosivujen teossa lisäämään niiden saavutettavuutta antamalla käyttäjille vaihtoehtoisia eri aisteja hyödyntäviä tapoja selata verkkosivuja. Käytännössä tämä tarkoittaa nykyteknologialla mahdollisuutta katsoa ja kuunnella verkkosivua sekä navigoida käyttäen muitakin teknologioita kuin tietokoneen hiirtä, kuten ääniohjausta tai puhtaasti näppäimistön avulla navigointia.

Joka tapauksessa eri tutkimukset ja tahot ovat yhtä mieltä siitä, että verkkosivustojen hyvä saavutettavuus parantaisi sekä verkon saavutettavuutta että sen käytettävyyttä kaikille (Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1, 2018; Ismail ym., 2019; Usability.gov, 2021). Joillekin ihmisille saavutettavuus on välttämätöntä yhteiskunnan toimiin osallistuakseen (Etelä-Suomen aluehallintovirasto, 2019), mutta saavutettavuuden parantaminen auttaisi jokaista käyttäjää verkkosivun käytössä takaamalla erilaisia tapoja käyttää verkkosivua ja päästä sen sisältöön käsiksi. Esimerkiksi äänekkäässä ympäristössä normaali-kuuloisen henkilön voi olla vaikeaa tai jopa mahdotonta kuulla verkkosivulle ladatun videon ääniä tai puhetta, jolloin tekstitysten tarjoaminen videon katsojille takaa käyttäjille paremman käyttökokemuksen ja videolle laajemman yleisön. Muita tapauksia, joissa hyvä saavutettavuus on tärkeää, ovat muun muassa vanhaa päätelaitetta tai verkkoselainta käytettäessä, monia eri päätelaitteita käytettäessä, tietoliikenneyhteyden ollessa hidaskäyttö tai vieraskielisillä sivuilla (Kehitysvammaliitto, 2021). Verkon saavutettavuuden voidaan siis todeta lisäävän teknologioiden helppokäyttöisyyttä ja yhteiskunnan yhdenvertaisuutta tuomalla verkkosuunnitteluun tekijöitä, jotka huomioivat erilaisia tilanteita ja käyttäjiä.

Saavutettavuuden ja käytettävyyden tavoitteet ovat paljolti samat. Acosta-Vargas ym. (2019) toteavat käytettävyyden tarjoavan erilaisia tekniikoita verkon tehokkaampaan käyttöön, mutta saavutettavuuden viittaavan maailmanlaajuiseen Internetin käyttömahdollisuuteen saatavilla olevasta laitteistosta huolimatta. Molempien käsitteiden tavoitteena on pyrkiä käyttäjän parhaaseen mahdolliseen käyttökokemukseen. Saavutettavuuden eron käytettävyyteen voidaankin tulkita olevan käytettävyyden tutkimuksen painotuksessa keskivertokäyttäjän tyytyväisyyteen käyttökokemuksessa. Käytettävyyttä suunniteltaessa ei usein ajatella vammaisten käyttäjien tarpeita (Web Accessibility Initiative, 2016), vaan keskitytään verkkosivun keskivertokäyttäjää miellyttävään ulkonäköön. Tämän voi nähdä useiden verkkosivujen lisääntyvässä estetiikassa, jonka myötä verkkosivut ovat kauniita katsoa, mutta ne saattavat jopa vaikeuttaa tarpeellisen

tiedon löytämistä piilottamalla tietoa kuviin tai useiden linkkien taakse. Myös Easton (2013) totesi keskivertokäyttäjääjatuksen vaikuttavan saavutettavuuden tasoon: hänen mukaansa monet järjestelmät ja palvelut on suunniteltu ideaalin loppukäyttäjän ja hänen preferenssiensä mukaisesti, mikä joidenkin palvelun tarjoajien mielessä oikeuttaa saavutettavuuden sivuuttamisen käyttämällä muun muassa saavuttamattomia informaation muotoja. Siinä missä käytettävyys ja saavutettavuus molemmat vaikuttavat kaikkien käyttäjien kokemukseen, käytettävyyden suunnittelu vaikuttaa vähemmän vammaisten kokemaan käyttömukavuuteen (Web Accessibility Initiative, 2016). Saavutettavuudella taas pyritään kehittämään joustavampia verkkosivuja ja kohottamaan käyttökokemuksen tasoa kaikille kohottamalla sitä vammaisille.

2.3 Vammaisuus ja sen vaikutukset verkkosivujen käyttöön

Kuten edellä todettiin, verkkosivuja suunnitellessa pohditaan monesti sen käytettävyyttä keskivertoihmisen näkökulmasta ja unohdetaan erilaiset ihmisten kokemat tilanteet ja vammaisuuden muodot, jotka saattavat vaikuttaa verkkosivun käyttöön. Maailman terveysjärjestö WHO (2021d) kertoo noin 15 % maailman väestöstä elävän jonkinlaisen vammaisuuden muodon kanssa. Etelä-Suomen aluehallintovirasto (2019) taas kertoo arvioista, joiden mukaan Suomessa on yli miljoona ihmistä, joille verkkopalveluiden käyttö voi olla vaikeaa saavutettavuuden puutteen vuoksi. Vammaisuuden muodot, jotka voivat vaikeuttaa verkkopalveluiden käyttöä, voivat olla esimerkiksi näkö-, kuulo-, liikunta- tai kehitysvammaisuuksia. Ne voivat vaikeuttaa verkkosivujen saavuttamista ja käyttöä esimerkiksi laitteiden vaikeakäyttöisyyden tai verkkosivujen huonon kontrastin tai vaikeiden termien käytön vuoksi.

Seuraavissa alaluvuissa käsitellään näkö- sekä kuulorajoitteisten määritelmiä ja laajuuksia sekä näiden rajoitteisuuksien vaikutuksia verkkosivujen käyttöön muun muassa aputeknologioiden tarpeen muodossa. Nämä aputeknologiat voivat olla kehon sisäisiä tai ulkoisia instrumentteja, laitteita tai ohjelmistoja, jotka auttavat käyttäjää näön ja kuulon ongelmissa (WHO, 2021a).

2.3.1 Näkörajoitteet

Erilaiset näkökykyyn vaikuttavat viat ja sairaudet ovat ihmisille kenties yhteiskunnassa tutuimpia ja hyväksytyimpiä. Näkökykyyn vaikuttavat silmien näköhermot ja näköradat, joihin voi syntyä erilaisia vikoja missä vaiheessa elämä tahansa esimerkiksi perinnöllisesti, iän myötä, onnettomuuksien kautta tai sairauksien myötä (Näkövammaisten liitto, 2021a; WHO, 2021b). Maailman terveysjärjestö WHO (2021b) sekä Kehitysvammaliitto (2021) toteavatkin, että kaikki tarpeeksi pitkään elävät kokevat jossain vaiheessa elämänsä jonkin näkökyvyn vian tai näköön liittyviä rajoitteita. Sen vuoksi näkörajoitteisten huomioiminen verkkosivujen kehittämisessä on jokaista koskettava asia. WHO:n

johtajan Tedros Adhanom Ghebreyesusuksen (2021) sanoin ”Näkökyvyn varaan rakennetussa maailmassa hallitsevin aistimme, näkö, on elintärkeä elämämme jokaisessa käänteessä” (WHO, 2021b). Tarve nähdä onkin hyvin ilmeinen Internetin käyttämisessä. Näkörajoitteisille on kehitetty erilaisia apukeinoja ja teknologioita Internetin käytön mahdollistamiseksi, mutta vaikka edistysaskelia on tehty, on tasavertaisuudessa silti vielä parantamisen varaa.

Näkövammaisten liitto (2021a) määrittelee näkökyvyn pääosin näöntarkkuuden ja joskus myös näkökentän laajuuden mukaan, esimerkiksi normaalinäköisellä ihmisellä määritellään olevan 1.0 vahvuinen näöntarkkuus ja halkaisijaltaan yli 20 asteen näkökenttä. Mikäli näöntarkkuus on alle 1.0, mutta yli 0.3, on henkilö näköongelmainen (Näkövammaisten liitto, 2019). Näkövammaiseksi lasketaan henkilö, jonka näöntarkkuus on silmälaseilla korjaamisesta huolimatta alle 0.3, ja näkövammaiset taas jaetaan heikkonäköisiin ja sokeisiin (Näkövammaisten liitto, 2021a). Näkörajoitteita on olemassa monenlaisia: näkökentän ongelmat, kontrastin heikentynyt erotuskyky, värinäön heikkeneminen, eri etäisyyksiin mukautumisen ongelmat, silmälihasten toiminnan poikkeukset ja silmälihasten hallintavaikeudet sekä silmien heikentynyt sopeutumiskyky valoon ja hämärään (Näkövammaisten liitto, 2019). Tämä tarkoittaa, että verkkosuunnittelussa on otettava huomioon monia erilaisia näkövammaisuuden muotojen aiheuttamia esteitä, kuten sokeus, värisokeus tai värinäköhäiriöt, näöntarkkuus ja näkökenttäpuutokset. Näihin voidaan vaikuttaa verkkosivun suunnittelussa esimerkiksi vahvalla taustan ja etualan välisellä kontrastilla, mahdollistamalla näppäimistöllä navigoinnin, sekä skaalautuvuuteen ja yksinkertaisuuteen painottamalla (Etelä-Suomen aluehallintovirasto, 2019).

Näkövammaisten liitto (2021c) listaa muutamia näkörajoitteisille suunnattuja tietokoneeseen liitettäviä avustavia laitteita tai ohjelmia verkkosivujen selaukseen: Elektroninen suurennuslaite tai suurennusohjelma suurentaa tietokoneen näytöllä näkyvän tekstin tai katseltavan kuvan halutun kokoiseksi. Ruudunlukuohjelma välittää ruudulla näkyvän tekstin puhesyntetisaattorille tai pistekirjoitusnäytölle. Puhesyntetisaattorilla heikkonäköinen tai sokea käyttäjä voi kuunnella näytöllä lukevan tekstin ja verkkosivulla olevien elementtien selityksen, kuten linkkien tai kuvien selitystekstin. Pistekirjoitusnäytöllä taas näkörajoitteiset käyttäjät pystyvät tunnustelemalla lukemaan ruudulla näkyvän tekstin. Sillä myös annetaan mahdollisuus kirjoittaa tietokoneella käyttäjille sopivalla tavalla joko pistekirjoitusnäppäimistöllä tai tietokoneen näppäimistöllä. (Näkövammaisten liitto, 2021c). Ali (2021) lisää näihin teknologioihin myös puhuvat selaimet, PDF-tiedostot, suurella fontilla printatut näppäimistöt sekä erilaiset puettavat teknologiat ja selaimissa käytetyt teemat.

Näkövammaisten liiton (2021b) mukaan Suomessa on 55 000 näkövammaista, joista 14 300 on sokeita ja neljällä prosentilla näkövammaisuuden astetta ei ole määritelty. Kehitysvammaliitto (2021) taas kertoo, että ”Suomessa on arvioitu olevan noin 80 000 näkövammaista” ja väestöstä noin viiden prosentin verran värisokeita. WHO:n (2021b) mukaan maailmalla on 2.2 miljardia ihmistä, joilla on jonkinasteinen lähi- tai kaukonäkövika. Kyseessä on siis maailmanlaajuinen ja yleinen ongelma, joka voi pysyvästi vaikeuttaa ihmisten jokapäiväistä

elämää ja palveluihin käsiksi pääsemistä (WHO, 2021b). Näkörajoitteiden huomioimisella verkkosuunnittelussa voi mahdollistaa ja helpottaa suuren käyttäjäryhmän verkkopalveluiden käyttöä.

2.3.2 Kuulorajoitteet

Kuulon heikkeneminen tai menetys on toinen esimerkki maailman yleisimmistä aistirajoitteista sekä yksi yleisimmistä hermostoon liittyvistä aistivioista, joka hoitamattomana vaikuttaa puhekyvyn kehittymiseen. Kuten näkökyvynkin kohdalla, myös kuuloaisti voi vaurioitua tai heikentyä elämän aikana tai olla synnynnäisesti heikentynyt. (Luccio & Beltrame, 2018; Kuuloliitto, 2021). WHO:n (2021c) mukaan heikentynyt kuulo aiheuttaa henkilölle kommunikointikyvyn menetyksen, ja lapselle kielen kehityksen myöhästymisen tai hidastumisen. Nämä voivat johtaa myös sosiaaliseen eristykseen, yksinäisyyteen ja turhautumiseen. (WHO, 2021c). Koska kuuloviat voivat vaikeuttaa lapsen kommunikointikyvyn kehittymistä, ne edellyttävät uusien kommunikointitapojen, kuten viittomakielen, opettelua. Viittomakieli onkin useille täysin kuuroille äidinkieli, mikä tarkoittaa, että heidän kotimaansa kielitaito on todennäköisesti muuta väestöä heikompi (Kehitysvammaliitto, 2021). Heikkokuuloisuus voi myös vaikuttaa tiettyjen äänteiden, kuten "f" ja "s", kuulemiseen, jolloin yksinkertaisen ja selkeän kielen käyttö on tärkeää puheen sisällön ymmärtämiseksi (Luccio & Beltrame, 2018).

Eri kuulorajoitteisuuden tasoille on omat nimensä. Termi kuulovammaisen toimii yleisenä viittauksena kaikkiin henkilöihin, joilla "...on jonkinasteinen tai -laatuinen kuulonalennus" (Kuuloliitto, 2021). Kuuloliitto jakaa kuulovammaiset heidän kuulorajoitteensa muodostumisen ajankohdan ja kuulon tasonsa mukaan henkilöihin, joilla on sosiaalinen kuulonalenema, kuuroutuneisiin sekä kuuroihin. Sosiaalinen kuulonalenema tarkoittaa, että henkilöllä on vaikeuksia seurata keskustelua ja osallistua siihen ilman kuulokojetta ja huulio lukua apuna. Kuuroutunut on menettänyt kuulonsa kokonaan vasta puheen oppimisen jälkeen ja pystyy näin ollen kommunikoimaan puheella viittomakieltä ja kirjoitustulkkauksella apuna käyttäen. Kuuro henkilö on menettänyt kuulonsa syntymässään tai varhaislapsuudessaan, ja jonka äidinkieli on näin ollen viittomakieli. (Kuuloliitto, 2021). WHO (2021c) jakaa kuulovammat niiden vakavuuden mukaan lieviin, kohtalaisiin, kohtalaisen vakaviin, vakaviin ja perusteellisiin. Kuulovammat voidaan jakaa myös korvan vaurioituneen osan mukaan kuulo- ja tasapainohermoon, sisäkorvaan tai simpukkaan kohdistuneeseen vammaan (*eng. neurosensory hearing loss*), ulko- tai välikorvan äänenviestitysongelmaan (*eng. conductive hearing loss*) ja näiden kahden sekoitukseen (*eng. mixed hearing loss*) (Luccio & Beltrame, 2018).

Kehitysvammaliitto (2021) kertoo Suomessa arvioidun olevan kuulovammaisia 740 000, joista 8 000 on kuuroja. Lisäksi Suomessa on jopa 5 000 äidinkieltään viittomakielistä henkilöä. Kuulovammaiset tarvitsevat verkkosivuja käyttäessään ääntä sisältäville tiedostoille ja äänimerkeille vaihtoehtoisia esitystapoja voidakseen ymmärtää verkkosivun sisällön sen ylläpitäjän tarkoittamalla

tavalla. Varoitus- ja virheäänimerkit voisi esimerkiksi halutessaan vaihtaa visuaaliseksi nopeaksi välähdykseksi, videoille voitaisiin tarjota tekstitys (Ali, 2021) tai viittomakielinen esitys, ja verkkosivusta voitaisiin tehdä selkokielineen tai ainakin sille voitaisiin luoda vaihtoehtoinen versio yleis- tai selkokielineesti. (Kehitysvammaliitto, 2021). Tekstitykset ja vaihtoehtoiset visuaaliset sisällöt auttavat tietysti muitakin kuin kuulovammaisia (Etelä-Suomen aluehallintovirasto, 2019). Monet esimerkiksi katsovat videoita julkisissa tiloissa, joissa on liian meluista videoiden äänen kuulemiselle, tai joissa on suositeltua olla hiljaa, jolloin videoiden sisällöstä voi olla vaikeaa saada selvää ilman tekstityksiä. Kehitysvammaliitto (2021) kertoo Papunet-sivuillaan myös arvioista, joiden mukaan "...85 prosenttia Facebookin videoista katsotaan ilman ääntä." (Kehitysvammaliitto, 2021). Kuulemisen ongelmien huomioimisen voidaan siis arvioida olevan hyvinkin tärkeää verkkosivuja ja niiden saavutettavuutta suunniteltaessa.

3 YLEISET OHJEISTUKSET

Verkkosivujen saavutettavuustilannetta on lähtökohtaisesti pyritty parantamaan tekemällä ohjeistuksia ja standardeja verkkosuunnittelun tueksi. Näitä ohjeistuksia on otettu käyttöön monien maiden omissa lainsäädännöissä, kuten Yhdysvalloissa rehabilitaatiolain sektiolla 508, Brasiliassa eMAG-säädöksellä ja Euroopan Unionissa saavutettavuusdirektiivin muodossa. Jotta tutkimuksissa ilmi käyneitä verkkosivustojen saavutettavuusvirheitä ymmärrettäisiin paremmin, on tärkeää käydä läpi tärkeimmät saavutettavuusohjeet ja -standardit, eli Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) -ohjeistukset sekä niiden sisältö ja kehitys. Verkkosivujen saavutettavuutta lisäksi arvioidaan nykyään useimmiten juuri näiden saavutettavuusohjeistuksien pohjalta, joten niiden perusteiden tunteminen on verkkosuunnittelussa olennaista.

Tässä luvussa avataan The World Wide Web Consortiumin (W3C) ja Web Accessibility Initiativen (WAI) toimintaa sekä WCAG-ohjeiden sisältöä. Lopuksi esitellään lyhyesti näiden standardien käyttöönottoa Euroopassa ja Suomessa sekä Yhdysvalloissa esimerkkinä Euroopan ulkopuolisista laeista.

3.1 Web Content Accessibility Guidelines

The World Wide Web Consortium eli W3C on Jeffrey Jaffen ja WWW:n keksijän Tim Berners-Leen johtama kansainvälinen yritysten, yliopistojen, organisaatioiden ja yksityishenkilöiden muodostama ryhmä, joka pyrkii parantamaan verkon potentiaalia kehittämällä kansainvälisiä ja avoimesti käytettäviä standardeja ja verkon kehitykseen. W3C aloitti vuonna 1997 Web Accessibility Initiative -aloitteen, joka keskittyy luomaan materiaalia verkon saavutettavuuden parantamiseksi vammaisille. Nämä materiaalit ovat kaikkea yksityisen tietokoneen kustomointiohjeista ohjelmoijien tutoriaaleihin ja saavutettavuuslakeihin. WAI työstää verkkosisällölle saavutettavuuden teknisiä standardeja (WCAG), joita verkkosisällön tuottajat, suunnittelijat ja arvioijat voivat käyttää verkkosivustojen saavutettavuuden ja käytettävyyden parantamiseksi. WCAG-ohjeista on

tutkimuksen tekohetkellä olemassa kolme versiota: vuonna 1999 julkaistu versio 1.0, vuonna 2008 julkaistu versio 2.0 sekä 2.0-versiota laajentava versio 2.1. (Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 1.0, 1999; Web Accessibility Initiative, 2021).

Ensimmäisessä WAI:n kehittämässä saavutettavuusohjeistuksessa, WCAG 1.0, määritellään 14 ohjetta. Ohjeilla on omat tärkeysasteensa sen mukaan, kuinka suuren muutoksen kyseisen ohjeen täyttäminen saa aikaan verkkosivun saavutettavuudessa. Ohjeiden noudattamisen tueksi versiossa 1.0 määritellään kolme tasoa A (matalin), AA ja AAA (korkein). Tasot määrittävät, kuinka montaa ohjetta verkkosivu noudattaa. (Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 1.0, 1999). WCAG versiota 1.0 on kritisoitu muun muassa sen keskittymisestä suurelta osin vain verkkosivustojen koodin tekniseen toteutukseen (Petrie & Kheir, 2007), minkä vuoksi seuraavan version rakennetta pyrittiin muokkaamaan entistä monipuolisemmaksi.

Versiossa 2.0 on päivitetty ohjeistuksien yhteensopivuutta nykyisten ja tulevien teknologioiden kanssa. Myös ohjeistuksien testattavuutta ja ymmärrettävyyttä on parannettu. Versiossa on muutettu rakennetta niin, että määriteltyjä ohjeita on yhteensä 12 jaettuna neljälle verkkosaavutettavuuden periaatteelle: havaittavuus, hallittavuus, ymmärrettävyys ja lujatekoisuus. (Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0, 2008). Król ja Zdonek (2020) tiivistävät periaatteet näin:

Sisällön pitää olla havaittavaa (informaation ja käyttöliittymän komponenttien pitää olla esitetty havaittavalla tavalla); hallittavaa (käyttöliittymän komponenttien tulee olla käytettävää); ymmärrettävää (informaation ja käyttöliittymän käytön pitää olla ymmärrettävää); ja lujatekoista (sisällön pitää olla huolella julkaistua, jotta se voidaan tulkita luotettavasti). (Król & Zdonek, 2020, 4)

WCAG 2.0 -ohjeissa näiden periaatteiden ohjeille on laadittu testattavia onnistumiskriteereitä, joilla taas on samankaltainen taso kuin saavutettavuusohjeiden versiossa 1.0 (A, AA ja AAA). Uudemmassa versiossa kehoitetaan kehittämään verkkosivuja ainakin tasolle AA asti, mikä edellyttää myös tason A onnistumiskriteereiden noudattamista. Molemmissa versioissa tarjotaan ohjeiden ja onnistumiskriteereiden noudattamisen avuksi tekniikoita, joilla saavutettavuuden toteuttaminen onnistuu. Tekniikat on jaettu riittäviin ja neuvoa-antaviin tekniikoihin. (Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0, 2008). Taulukossa 1 listataan WCAG version 2.0 ohjeet periaatteittain ja esitetään esimerkkejä ohjeisiin liittyvien onnistumiskriteereiden sisällöistä niiltä osin, kuin ne koskevat näkö- tai kuulorajoitteisia.

WCAG 2.0 hyväksyttiin ISO-standardiksi (ISO/IEC 40500) vuonna 2012. Näin näiden ohjeiden asemaa on vahvistettu ja omaksumista helpotettu joillekin maille ja organisaatioille (Web Accessibility Initiative, 2021). Versiota 2.0 tarkastellessa on huomioitava, ettei ohjeiden korkeintaan tasoa noudattava sisältö ole saavutettavaa kaikille käyttäjille (Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0, 2008), joten ohjeiden päivittäminen paremmin kaikki käyttäjät huomioon ottavaan muotoon on ollut WAI:lle luonnollinen seuraava askel.

TAULUKKO 1 WCAG 2.0 sisältämät näkö- ja kuulorajoitteisia koskevat ohjeet

Periaate	Ohje	Onnistumiskriteerit
Havaittavuus	Tekstivastineet: Tarjoa tekstivastineet kaikelle ei-tekstuaaliselle sisällölle siten, että sisältö voidaan muuttaa muihin tarvittaviin muotoihin, kuten isokokoiseksi tekstiksi, pistekirjoitukseksi, puheeksi, symboliksi tai yksinkertaisemmaksi kieleksi.	Ei-tekstuaaliselle sisällölle on olemassa tekstivastine. (A)
	Aikasidonnainen media: Tarjoa vastine aikasidonnaiselle medialle.	Ääni- tai videosisällölle on tarjolla vastine. (A) Suorille äänisisällöille on tarjolla tekstityksiä (AA) ja viittomakielinen tulkkaus. (AAA)
	Mukautettava: Tuota sisältöä, joka voidaan esittää eri tavoin (esimerkiksi yksinkertaisemman asettelun avulla) informaatiota tai rakennetta menettämättä.	Sisällön ymmärtäminen ja hallitseminen ei riipu yksinomaan komponenttien aistinvaraisista ominaispiirteistä kuten muoto, koko, visuaalinen sijainti, suunta tai ääni. (A)
	Erottuva: Helpota käyttäjiä näkemään ja kuulemaan sisältö lisäämällä taustasta erottuva etuala.	Verkkosivulla soivan automaattisen äänen voimakkuutta voi säätää tai sen voi keskeyttää tai pysäyttää. (A) Tekstin tai tekstiä esittävien kuvien kontrastisuhde on vähintään 4,5:1 (AA) tai 7:1 (AAA)
Hallittavuus	Käytettävissä näppäimistöltä: Toteuta kaikki toiminnallisuus siten, että se on käytettävissä näppäimistöltä.	Kaikki sisällön toiminnallisuus on hallittavissa näppäimistöllä ilman painallusten erityistä ajoittamista (A) (AAA)
	Tarpeeksi aikaa: Anna käyttäjille tarpeeksi aikaa lukea ja käyttää sisältöä.	Liikkuva tai automaattisesti päivittyvä informaatio on mahdollista keskeyttää, pysäyttää tai piilottaa. (A) Ajoitus ei ole olennainen osa sisällön esittämää tapahtumaa tai toimintoa. (AAA)
	Sairauskohtaukset: Älä suunnittele sisältöä tavalla, jonka tiedetään aiheuttavan sairauskohtauksia.	
	Navigoitava: Tarjoa käyttäjille tapoja navigoida, etsiä sisältöä ja määrittää sijaintinsa.	Verkkosivuilla on aiheen tai merkityksen kuvailevat otsikot. (A) Näppäimistöllä käytettävällä käyttöliittymällä on mahdollista nähdä fokusindikaattori. (AA) Linkkien tarkoituksen voi tunnistaa pelkästään linkkitekstin perusteella. (AAA)

(jatkuu)

TAULUKKO 1 (jatkuu)

Periaate	Ohje	Onnistumiskriteeri
Ymmärrettävyys	Luettava: Tee tekstisisällöstä luettavaa ja ymmärrettävää.	Verkkosivujen (A), tekstikatkelmien ja ilmaisujen (AA) luonnollinen kieli voidaan selvittää ohjelmallisesti. Idiomien, jargonin ja lyhenteiden merkitykset on mahdollista saada selville. (AAA) Edistynyttä lukutaitoa vaativalle sisällölle on tarjolla vaihtoehtoinen versio. (AAA)
	Ennakoitava: Tee verkkosivuista sellaisia, että niiden ilmiasu ja toiminta ovat ennakoitavissa.	Fokuksen vastaanottaminen ei aiheuta kontekstin muutosta. (A) Navigointimekanismit esiintyvät aina samassa järjestyksessä. (AA) Kontekstin muutosten käynnistys ja poiskytkeminen ovat käyttäjän ohjattavissa. (AAA)
	Syötteen avustaminen: Auta käyttäjiä välttämään ja korjaamaan virheitä.	Syötevirheestä ilmoitetaan tekstimuotoisena (A), virheiden korjausehdotukset esitetään käyttäjälle. (AA) Informaation lähetyks on peruttavissa, informaation syötevirheet ovat käyttäjän tai mekanismin korjattavissa. (AAA)
Lujatekoisuus	Yhteensopiva: Maksimoi yhteensopivuus nykyisten ja tulevien asiakasohjelmien kanssa, mukaan lukien avustavat teknologiat.	Kaikkien käyttöliittymäkomponenttien nimi ja rooli voidaan selvittää ohjelmallisesti. (A)

WCAG 2.0 -ohjeita laajentava versio 2.1 julkaistiin vuoden 2018 kesäkuussa. Laajennuksessa pyrittiin parantamaan ohjeiden soveltuvuutta käyttäjille, joilla on heikko näkö, vaikeuksia käyttää mobiililaitteita, kognitiivisia rajoitteita tai oppimisvaikeuksia. Versioon on laadittu uusia onnistumiskriteereitä sekä uusi ohje - syötetavat - hallittavuuden periaatteeseen liittyen. Ohjetta on avattu WCAG 2.1 -ohjeissa (2018) näin: "Tee toimintojen käyttämisestä käyttäjille helpompaa erilaisilla syötetavoilla näppäimistön lisäksi." (Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1, 2018). Uudet onnistumiskriteerit on listattu yksinkertaistettuna taulukossa 2 niiltä osin, kuin ne koskevat näkö- tai kuulorajoitteisia. Laajennuksen on tarkoitus vastata version 2.0 jälkeisiin teknologioiden ja verkkosivustojen muutoksiin sekä toimia saavutettavuutta parantavana ja tuleviin muutoksiin varautuvana väliversiona ennen seuraavan suuren päivityksen valmistumista (Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1, 2018). W3C valmistelee tutkimuksen tekohetkellä toista väliversiota, WCAG 2.2, julkaistavaksi vuoden 2021 aikana. Tässä laajennuksessa on tarkoitus tuoda versioon yhdeksän uutta ohjetta, jotka ottavat paremmin huomioon käyttäjien mahdolli-

set kognitiiviset rajoitteet ja oppimisvaikeudet, mobiilikäyttäjät sekä e-kirjojen käyttäjät (Web Accessibility Initiative, 2021).

TAULUKKO 2 WCAG 2.1 uudet onnistumiskriteerit

Periaate	Ohje	Onnistumiskriteeri
Havaittävyys	Mukautettava	Tietojen keräämiseen tarkoitettujen syötekenttien tarkoitus voidaan selvittää ohjelmallisesti. (AA)
	Mukautettava	Merkkauskielellä toteutetun sisällön käyttöliittymäkomponenttien, kuvakkeiden ja alueiden tarkoitus voidaan selvittää ohjelmallisesti. (AAA)
	Erottuva	Sisältö voidaan esittää ilman kahdensuuntaista vierittämistä ja ilman sisällön tai toiminnallisuuden menettämistä, kun sisällön koko on rajojen mukainen. (AA) Aktiivisten käyttöliittymäkomponenttien ja graafisten objektien visuaalisen esitystavan kontrastisuhde viereisiin väreihin on vähintään 3:1. (AA) Tekstin riviväliä, kirjainväliä, sanojen väliä ja kappaleen jälkeisten tyhjen tilojen kokoa voi muokata merkkauskielellä toteutetussa muotoilua tukevassa sisällössä menettämättä sisältöä tai toiminnallisuutta (AA). Osoittimen tuodessa uutta sisältöä esiin sen ollessa elementin päällä ja sisällön kadotessa osoitinta siirtäessä pois elementin päältä: sisällön voi piilottaa, osoitin voidaan viedä sisällön päälle ilman sen katoamista ja sisältö pysyy näkyvissä, kunnes osoitin on siirretty pois tai sisältö on piilotettu. (AA)
Hallittavuus	Käytettävissä näppäimistöltä	Yhden merkin näppäinoikotiet on mahdollista ottaa pois käytöstä, määritellä uudelleen käyttämään yhtä tai useampaa komentonäppäintä, tai ne ovat käytössä vain, kun kohdistus on kyseisessä komponentissa. (A)
	Tarpeeksi aikaa	Käyttäjää varoitetaan, jos käyttäjän tietoja voi kadota inaktiivisuuden seurauksena. (AAA)
	Syötetävät	Monipiste- tai reittiin perustuvia ohjauseleitä hyödyntäviä toimintoja voidaan käyttää myös yhdellä osoittimella ja reittiin perustumattomalla eleellä. (A) Jos käyttöliittymäkomponentin nimilapussa on tekstiä tai tekstiä esittävä kuva, komponentin nimi sisältää visuaalisesti näkyvän tekstin. (A) Toiminnallisuuden liikeaktivointi voidaan kytkeä pois päältä tai toiminnallisuus on käytettävissä käyttöliittymäkomponenttien avulla. (A) Osoitinlaitteella aktivoitavan kohteen koko on vähintään 44 kertaa 44 CSS-pikseliä. (AAA) Verkkosisältö ei rajoita käytettävissä olevien ohjaintapojen käyttämistä. (AAA)
Lujatekoisuus	Yhteensopiva	Merkkauskielellä toteutetussa sisällössä verkkosivun tilasta kertovat viestit voidaan selvittää ohjelmallisesti niin, että viestin esittäminen on mahdollista avustavan teknologian avulla. (AA)

Lisäksi tutkimuksen tekohetkellä Web Accessibility Initiative (2021) on valmistelemassa seuraavaa WCAG versiota 3.0, josta julkaistiin ensimmäinen julkinen luonnosversio tammikuussa 2021. Uuden version on tarkoitus olla aikaisempia versioita ymmärrettävämpi lukijalle ja teknologiapainotteisuuden sijaan käyttäjän näkökulmaan nojaava. Versio muuttaa ohjeidenmukaisuuden malliaan uuteen, helpommin testattavaan malliin, jossa neuvot ovat pisteytettäviä nykyisessä versiossa olevan ”totta/epätotta”-mallin sijaan. Pisteytysmallin toivotaan kannustavan verkkosivustojen kehittämistä entistä saavutettavammaksi. Ohjeiden uudenlainen rakenne tarkoittaa, että WCAG versioiden 2.0 tai 2.1 mukaiset verkkosivut eivät ole automaattisesti WCAG 3.0 noudattavia, vaan ne tulee päivittää uuden version mukaisiksi. (Web Accessibility Initiative, 2021).

3.2 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2016/2102

Euroopan Unionissa noudatetaan vuonna 2006 hyväksyttyä Yhdistyneiden Kansakuntien yleissopimusta, jonka mukaan vammaisilla henkilöillä on oikeus muun muassa yhdenvertaiseen pääsyyn tieto- ja viestintäjärjestelmiin (Etelä-Suomen aluehallintovirasto, 2019). Sopimuksen myötä jäsenvaltiot ovat sitoutuneet parantamaan internetin saavutettavuutta vammaisille. Euroopan Unionin verkkopalveluiden saavutettavuutta parantaakseen Euroopan parlamentti ja neuvosto laati vuonna 2016 niin kutsutun saavutettavuusdirektiivin, joka pohjautuu WCAG versioon 2.0 (Euroopan Parlamentti ja Neuvosto, 2016). Saavutettavuusohjeiden päivytyttyä saavutettavuusdirektiivi kuitenkin seuraa WCAG 2.1 AA-tason vaatimuksia (Etelä-Suomen aluehallintovirasto, 2019; Csontos & Heckl, 2020).

Saavutettavuusdirektiivissä säädetään verkkopalveluiden saavutettavuuden minimitasosta julkisen hallinnon puolella (Näkövammaisten liitto, 2020). Direktiivin määrittämiä vaatimuksia on tullut noudattaa syyskuuhun 2020 mennessä ja mobiilisovellusten kohdalla niitä tulee noudattaa viimeistään vuoden 2021 syyskuussa (Csontos & Heckl, 2020). Suomessa saavutettavuusdirektiivin voimaantulo on johtanut toteuttamisen mahdollistavan lain, Laki digitaalisten palvelujen tarjoamisesta 306/2019, säätämiseen (Etelä-Suomen aluehallintovirasto, 2019).

3.3 Section 508 of the Rehabilitation Act

Yhdysvalloissa on ollut vuodesta 1973 lähtien laki vammaisten henkilöiden syrjintää vastaan. Vuoden 1973 rehabilitaatiolaissa määrätään vammaisille kansalaisoikeudet sekä syrjimättömyyttä liittovaltion työllistämisen ja koulutuksessa (U.S. Equal Employment Opportunity Commission, 1992). Vuonna 1998 lakiin lisättiin sektio 508, jonka mukaan julkisten palveluiden tulee kehittää,

hankkia, ylläpitää ja käyttää informaatio- ja kommunikointiteknologiaa, joka on saavutettavaa kaikille riippumatta siitä, ovatko he töissä julkisilla palveluilla vai eivät (United States Environmental Protection Agency, 2020; U.S. Department of Health & Human Services, 2020). Vuonna 2017 kyseisen sektorin saavutettavuusvaatimuksia päivitettiin, minkä myötä sektio 508 noudattaa paremmin WCAG 2.0 -ohjeita ja on paremmin sovussa muun muassa Euroopan Komission määrittämien standardien kanssa (The U.S. General Services Administration (GSA) Office of Government-wide Policy (OGP), 2020). Sektorin 508 noudattamiseen liittyen huomioidaan kuitenkin, että jos verkkosivuilla tarjotaan sisällön esityksestä vaihtoehtoinen esityskanava, se ei välttämättä tarjoa vammaisille käyttäjille tasa-arvoista ja positiivista kokemusta verkkosivusta (Usability.gov, 2021).

4 VERKKOSIVUJEN SAAVUTETTAVUUDEN ONGELMAT

Saavutettavat verkkosivut tuottavat verkkosivua ylläpitäville tahoille sekä verkkosivujen käyttäjille arvoa mukavamman käyttökokemuksen ja laajemman käyttäjäkunnan muodossa. Acosta-Vargasin ym. (2018) mukaan ”saavutettava verkkosivusto sisältää sivuja, jotka mukautuvat WCAG 2.0:aan; ohjeidenmukaisuus johtaa pienempään verkkosivuun ja nopeampaan palvelimen latausaikaan” (Acosta-Vargas ym., 2018, s. 36501). Lisäksi verkkosivujen saavutettavuus parantaa niiden hakukoneoptimointia (W3C, 2018).

Kuitenkin tutkimuksia läpikäydessä kävi nopeasti ilmi, että suuressa osassa verkkosivuja on edelleen paljon saavutettavuusongelmia. Näitä ongelmia ovat kaikki W3C:n laatimien saavutettavuusohjeiden vastaiset verkkosivujen ominaisuudet, jotka vaikeuttavat sivujen käyttöä ja aiheuttavat esteitä käyttäjille. Monet havaitut ongelmat ovat yhä samanlaisia kuin aikaisempina vuosina yleisiksi todetut ongelmat. Esimerkiksi Schaden, Chengin ja Sherugarin vuonna 2016 tehdyssä tutkimuksessa listataan 10 verkkosuunnittelussa jatkuvasti ilmaantuvaa käytettävyyden virhettä, joista osa pätee myös saavutettavuuteen. Näitä ovat sisällön huonot otsikoiden ja linkkien nimeämiskäytännöt, sisällön odottamattomat sijoitukset verkkosivuilla, verkkosivujen liian suuri informaation määrä ja esimerkiksi kuviin piilotetut linkit. Uudemmistakin tutkimuksista löytyi todisteita samojen ongelmien pysyvyydestä niin julkisten palveluiden kuin yksityistenkin yritysten verkkosivuilta. Tällaisista ominaisuuksista aiheutuu näkö- ja kuulorajoitteisille käyttäjille paljon kognitiivista räsitusta sekä ajan tuhlautumista vaikeiden verkkosivujen käyttöön (Giraud, Théroutanne & Steiner, 2018; Ali, 2021).

Tutkimuksia on tehty julkisten palveluiden, kuten hallintojen ja terveydenhuollon verkkosivuista, korkean koulutuksen verkkosivuista sekä kaupallisista sivuista, kuten turismisivuista ja verkkokaupoista. Selkeästi eniten tutkimukset kuitenkin keskittyvät julkisten palveluiden ja yliopistojen verkkosivujen saavutettavuustilanteisiin.

Monet tutkimuksista tarkastelivat analysoitavien verkkosivustojen sivuisia vain niiden kotisivuja. Tätä analysoinnin rajausta puolustetaan muun muassa

Alajarmehin (2021) sekä Csontosin ja Hecklin (2020) artikkeleiden kirjallisuuskatsausten yhteydessä, joissa verkkosivustojen kotisivujen todetaan olevan monesti verkkosivuston saavutettavin ja tärkein sivu. Kotisivujen saavutettavuus myös korreloi muun sivuston saavutettavuuden tason kanssa (Csontos & Heckl, 2020), jolloin pelkästään kotisivujen analysointi on hyväksyttävissä. Kaikissa analysoinneissa käytettiin hyväksi automaattisia arviointityökaluja (käydään tarkemmin läpi luvussa 5.1), joiden avulla verkkosivujen saavutettavuutta on mahdollista tarkastella nopeasti eri vaatimusten, kuten WCAG 2.0 tai WCAG 2.1, mukaisesti.

Näillä perustein tämä luku on jaettu kolmeen alalukuun: hallinnollisten ja julkisten palveluiden verkkosivujen ongelmiin, koulutuksen verkkosivujen ongelmiin ja muiden organisaatioiden verkkosivujen sekä mobiiliselauksen ongelmiin. Alaluvuissa kerrotaan tutkimuksissa esille nousseista saavutettavuusongelmista ja niihin mahdollisesti löydettyistä syistä erityyppisillä verkkosivuilla.

4.1 Hallinnollisten ja julkisten palveluiden verkkosivut

Julkiset palvelut takaavat kaikille mahdollisuuden, keinot ja työkalut selvittää yhteiskunnassa ja osallistua sen toimintaan. Hallinnollisten ja julkisten palveluiden verkkosivut ovat täten tärkeitä hyvinvoinnin lähteitä kaikille kansalaisille, jolloin luonnollisesti myös niiden hyvästä saavutettavuudesta on pidettävä huolta. Näiden verkkosivujen ja -sivustojen paremman saavutettavuuden takaamiseksi WCAG-ohjeita on sisällytetty monien maiden lainsäädäntöön. Tämän seurauksena useilla verkkosivuilla onkin nykyään nähtävissä linkki niiden "saavutettavuuspolitiikkaan". Virheitä ja ongelmia on kuitenkin tullut tutkimuksissa esille lukuisia, joten tässä luvussa käydään läpi mahdollisia syitä saavutettavuusongelmien määrään säädöksistä huolimatta ja vertaillaan hallinnollisilla ja julkisten palveluiden verkkosivuilla havaittuja virheitä ja niiden laatueroja.

Hallinnollisten ja julkisten palveluiden verkkosivujen saavutettavuusongelmien määrään on pohdittu monia syitä. Ensinnäkin saavutettavuusvaatimusten noudattamista on hankalaa valvoa, minkä vuoksi julkistenkin palveluiden verkkosivut voivat olla puutteellisia saavutettavuuden suhteen. Toiseksi saavutettavuuden tason testaus tehdään monissa tapauksissa vain kertaalleen verkkosivun kehityksen loppupuolella (da Silva, da Silva & Moraes, 2019; Ali, 2021). Kolmanneksi hallinnollisten ja julkisten palveluiden ammattilaiset saattavat pitää verkkosivujensa saavutettavuutta jopa turhana ominaisuutena. Tämä kävi ilmi da Silvan ym. (2019) toteuttamassa tutkimuksessa brasilialaisten hallinnollisten verkkosivustojen saavutettavuuden parantamismahdollisuuksista. Tutkimuksella pyrittiin todistamaan, että saavutettavuuden tasoa voitaisiin parantaa jatkuvalla arvioinnilla ja huomauttamalla sivustojen ylläpitäjiä sivustoilta löydettyistä saavutettavuusvirheistä. Hypoteesi ei kuitenkaan käynyt toteen, sillä tuloksista kävi ilmi, että joko brasilialaisia laitoksia ei kiinnosta ylläpi-

tää verkkosivustojensa saavutettavuutta edes valmiiden korjausehdotusten avulla tai lain sitä vaatiessa, tai sivustojen ylläpitäjillä ei ole tietoa siitä, kuinka saavutettavuuden ohjeita noudatettaisiin. (da Silva ym., 2019).

Hallinnollisten verkkosivujen saavutettavuutta tutkivat Csonotos ja Heckl (2020) Unkarissa sekä Król ja Zdonek (2020) Puolassa. Kummassakin tutkimuksessa havaittiin kaikilla verkkosivuilla WCAG-ohjeiden A-tason virheitä – kuten vaihtoehtoisten tekstien puuttumisia kuvista, kuvausten (*eng. label, item description*) puuttumisia lomakkeista ja napeista sekä fontin pientä kokoa – minkä vuoksi analysoidun verkkosivujen joukossa ei ollut yhtäkään täysin saavutettavaa verkkosivustoa. Muita mainittuja virheitä olivat muun muassa tyhjät linkit (eivät kerro, mihin linkki johtaa tai linkistä puuttuu teksti), liian pitkät tai ylimalkaiset otsikot (*eng. redundant titles*), mosaiikkikuvion tai valokuvan käyttäminen taustakuvana, huono kontrasti tekstin ja taustan välillä sekä sivujen ylikuormittaminen ylimääräisellä sisällöllä, kuten säätiedoilla tai graafeilla. (Csonotos & Heckl, 2020; Król & Zdonek, 2020).

Tutkimusten ilmoittamissa virheissä on se ero, että Unkarin hallituksen verkkosivuilla on havaittu enemmän tekstipohjaisia ongelmia (Csonotos & Heckl, 2020) kuin Puolan hallituksen verkkosivuilla, joilla hallitsevin ongelma on heikko kontrasti (Król & Zdonek, 2020). Król ja Zdonek (2020) kuitenkin ilmoittavat puolalaisilla verkkosivuilla olevan mahdollista muokata niiden kontrastia ja tekstin kokoa sekä sivujen olevan myös mobiililaitteilla selattavissa. He toteavatkin Puolan julkisten palveluiden verkkosivujen saavutettavuuden parantuneen saavutettavuussääntöjen voimaantulon myötä, kun taas Csonotos ja Heckl (2020) kehottavat Unkarin hallinnolle välittömiä toimenpiteitä saavutettavuuden kohottamiseksi edes WCAG-ohjeiden minimivaatimusten mukaiseksi.

Näistä tutkimuksista poiketen Nancy Alajarmeh (2021) tutki julkisen terveydenhuollon sivustojen saavutettavuustilannetta ympäri maailmaa. Analyysiin kuului verkkosivuja yhteensä 25 maasta ja neljästä maanosasta (Aasia, Pohjois-Amerikka, Etelä-Amerikka ja Eurooppa). Tutkimuksessa todettiin, että suurin osa analysoiduista terveydenhuollon sivuista vaatii edelleen useita parannuksia ollakseen saavutettavia näkörajoitteisille käyttäjille, sillä erityisesti informaation havaittavuudessa ja verkkosivujen elementtien hallittavuudessa havaittiin suuria vajeita. Näitä koskevat virheet olivat suurelta osin samoja kuin hallinnollisilla verkkosivuilla havaitut virheet (tyhjät linkit, puuttuvat vaihtoehtoiset tekstit, kuvaustekstien puutokset, tyhjät napit ja riittämätön kontrasti), ja ne koostivat toisen tutkimuksessa käytetyn analysointityökalun raportoimista virheistä yli 88 prosenttia. Näistä yleisimpiä olivat tyhjät linkit. Kuitenkin hallinnollisista sivuista poiketen terveydenhuollon verkkosivujen joukossa oli myös sivustoja, jotka läpäisivät toisen käytetyn analysointityökalun tarkastuksen puhtain paperein ja noudattivat näin ollen WCAG 2.0 suositeltua tasoa AA (Italian, Iso-Britannian, Kiinan, Yhdysvaltain ja Hollannin julkisen terveydenhuollon verkkosivut). (Alajarmeh, 2021). Kaikkien tutkimusten verkkosivuilla eniten havaitut ongelmat on listattu taulukossa 3.

TAULUKKO 3 Saavutettavuusongelmat julkisten palvelujen verkkosivuilla

Saavutettavuusongelma	Verkkosivun tyyppi	Tutkimuksessa
Tyhjä linkki	hallinnollinen/ terveydenhuolto	Csontos & Heckl (2020), Alajarmeh (2021)
Linkitetystä kuvasta puuttuu alt-teksti	hallinnollinen/ terveydenhuolto	Csontos & Heckl (2020), Alajarmeh (2021)
Kuvasta puuttuu alt-teksti	hallinnollinen/ terveydenhuolto	Csontos & Heckl (2020), Alajarmeh (2021)
Lomakkeen kuvauksen puute	hallinnollinen	Csontos & Heckl (2020)
Tyhjä nappi	hallinnollinen/ terveydenhuolto	Csontos & Heckl (2020), Alajarmeh (2021)
Otsikoiden ylimalkaisuus (<i>eng. redundancy</i>)	hallinnollinen	Csontos & Heckl (2020)
Rikkinäinen ARIA-viite	terveydenhuolto	Alajarmeh (2021)
Italic-elementin käyttö	terveydenhuolto	Alajarmeh (2021)
Linkin ankkurissa ei ole tekstiä	terveydenhuolto	Alajarmeh (2021)
Kontrastin riittämättömyys	hallinnollinen/ terveydenhuolto	Król & Zdonek (2020), Alajarmeh (2021)
Pieni fonttikoko	hallinnollinen	Król & Zdonek (2020)
Monimutkainen taustakuva	hallinnollinen	Król & Zdonek (2020)
Sisällön ylikuormitus	hallinnollinen	Król & Zdonek (2020)

Kaikissa tutkimuksissa raportoiduista virheistä suurin osa on WCAG-ohjeiden havaittavuusperiaatteen vastaisia. Kuten taulukosta voi päätellä ja kuten myös Alajarmeh (2021) tutkimuksessaan totesi, havaitut virheet vaikuttavat eniten näkörajoitteisiin käyttäjiin. Puuttuvat vaihtoehtoiset tekstit ja elementtien kuvaukset sekä kontrastin riittämättömyys aiheuttavat näkörajoitteisille käyttäjille vakavia esteitä verkkosivujen käyttöön: ruudunlukijoiden on mahdotonta kuvailla elementtien sisältöä ilman niille asetettuja kuvauksia ja riittävä kontrasti on värisokeille sekä heikkonäköisille kriittinen ominaisuus etualan erottamiseen taustasta. Osa virheistä, kuten rikkinäiset ARIA-viitteet, on hallittavuusperiaatteen vastaisia. Tällaiset virheet vaikeuttavat näkörajoitteisten tarvitsemien apuvälineiden, kuten ruudunlukijoiden, toimintaa, hankaloittaen verkkosivun käyttöä entisestään. Virheiden kokonaismäärä ja niistä A-tasolle kuuluvien virheiden määrä kielii siitä, että monet hallitukset eivät ole täysin selvillä lain vaatimista muutoksista ja velvollisuuksista verkkosivustoilla (Csontos & Heckl, 2020).

4.2 Korkean koulutuksen verkkosivut

Korkea koulutus tarjoaa elämälle syvällistä sisältöä niin sosiaalisen kuin ekonomisenkin kehityksen kannalta (Acosta-Vargas, Acosta & Luján-Mora, 2018).

Sen avulla yksilöt voivat erikoistua haluamalleen alalle ja työpaikan saaminen helpottuu, erityisesti vammaisille henkilöille. Monesti vammaisten voi kuitenkin olla hankalaa osallistua koulutukseen perinteisin menetelmin, joten verkon kautta toteutettava koulutus ja sen saavutettavuus ovat nousseet yhä tärkeämmiksi puheenaiheiksi ympäri maailman – etenkin nykyisen pandemiatilanteen aikana.

Tutkimuksia korkean koulutuksen verkkosivujen saavutettavuudesta valikoitui tähän tutkimukseen Etelä-Amerikasta, Intiasta ja Yhdistyneistä arabiemiirikunnista. Luvussa käsitellään saavutettavuusongelmien laatua ja esiintyvyyttä ensin Etelä-Amerikan maita koskeneissa tutkimuksissa ja sitten Aasian maita koskeneissa tutkimuksissa.

Etelä-Amerikan yliopistojen verkkosivujen saavutettavuutta kartoittivat Acosta-Vargas tutkimusryhmineen (2018) sekä Acosta-Vargas, Luján-Mora ja Salvador-Ullauri (2019). Vuoden 2018 tutkimuksessa selvitettiin 348 eteläamerikkalaisen (muun muassa Brasilian, Meksikon, Kolumbian, Perun, Chilen ja Nicaraguan) yliopiston verkkosivuston kotisivujen saavutettavuuden ongelmia (Acosta-Vargas ym., 2018). Vuonna 2019 tutkittiin yliopistojen kansainvälisen sijoituksen vaikuttavuutta niiden verkkosivujen saavutettavuuteen ja laatuun (Acosta-Vargas ym., 2019). Tutkimuksissa paljastui suuri määrä A-tason virheitä, kuten vaihtoehtoisten tekstien puuttumisia kuvista, kuvauksien puuttumisia linkitetystä kuvista, värien väärinkäyttöä, kontrastin riittämättömyyttä sekä linkkien suurta määrää. Löydettyistä virheistä suurin osa liittyi havaittavuus- sekä hallittavuusperiaatteeseen. Molemmissa tutkimuksissa todettiin tulosten perusteella myös, ettei verkkosivun hyvä kansainvälinen maine merkitse hyvää saavutettavuuden tasoa. (Acosta-Vargas ym., 2018; Acosta-Vargas ym., 2019).

Samankaltaisia virheitä ja varoituksia havaittiin myös Ismailin ja Kuppusamyn (2019) tutkimuksessa intialaisten akatemioiden (*eng. college*) verkkosivustojen saavutettavuudesta sekä Alin (2021) analyysissä Yhdistyneiden arabimiraattikuntien yliopistojen verkko-opetuksen saavutettavuudesta. Ismail ja Kuppusamy (2019) analysoivat yhteensä 44 verkkosivua, joilta löytyi värien kontrastivirheitä 2567 (noin 58 sivua kohden), vaihtoehtoisia tekstejä puuttui 380 tapauksessa (noin 9 sivua kohden) ja linkkien tekstejä ei ollut nähtävissä 329 tapauksessa (noin 7,5 sivua kohden). Alin (2021) uudemmassa tutkimuksessa taas 70 prosentilla analysoiduista verkkosivuista puuttui vaihtoehtoisia tekstejä. Lisäksi Ali (2021) raportoi navigointivaikeuksista, näppäimistöllä ohjaamisen puutteellisuudesta, sisällön vaikeaselkoisuudesta sekä siitä, ettei avustavien teknologioiden toimintaa mahdollisteta.

Tutkimuksia vertaillen huomataan virheiden määrän verkkosivustoa kohden laskeneen selkeästi. Acosta-Vargas ym. (2018) sekä Ismail ja Kuppusamy (2019) havaitsivat enimmillään satoja virheitä yksittäistä verkkosivua kohden, kun taas Acosta-Vargas ym. (2019) tunnistivat 40 sivulta yhteensä 241 virhettä ja Alin (2021) tutkimuksessa pieni osa verkkosivuista noudatti WCAG-ohjeistuksen kaikkia tasoja (A, AA ja AAA). Virheiden määrän laskua tukee myös se, että myöhemmissä tutkimuksissa käytettiin automaattisten analysointityökalujen lisäksi manuaalisesti toteutettua analyysiä. Käsin tehdyssä analyysi-

sissä löydetään usein enemmän saavutettavuusongelmia, mutta verkkosivujen ongelmat olivat laskeneet aiemmin toteutettuihin tutkimuksiin verrattuna tästä huolimatta.

Lisäksi vertailussa havaitaan tutkimusten raporttoimien virheiden laadun muuttuneen myöhemmissä tutkimuksissa. Acosta-Vargasin eri tutkimusryhmien kanssa toteuttamissa tutkimuksissa eniten raportoidut ongelmat muuttuivat vaihtoehtoisten tekstien puuttumisista (Acosta-Vargas ym., 2018) väriongelmiin ja linkkien liian suureen määrään (Acosta-Vargas ym., 2019). Intian akatemioiden ja Yhdistyneiden arabiemiirikuntien yliopistojen verkkosivuilla muutos oli vertailussa päinvastainen: Ismailin & Kuppusamyn (2019) tutkimuksessa raporttoitiin eniten väriongelmiä ja Alin (2021) tutkimuksessa vaihtoehtoisten tekstien puuttumisia. Virheet muuttuivat Aasian maita koskeneissa tutkimuksissa myös yksinkertaisemmin korjattavissa olevista ongelmista (kontrastivirheet, kuvaustekstien lisäys) vaikeampiin ongelmiin liittyen sisältötekstin selkeyteen ja ohjelmointivirheisiin, kuten navigoitavuuden hankaluuteen, sekä sisältöön käsiksi pääsemisen vaikeuksiin. Kaikissa tutkimuksissa eniten esille tuodut ongelmat on listattu taulukkoon 4.

TAULUKKO 4 Saavutettavuusongelmat korkean koulutuksen verkkosivuilla

Saavutettavuusongelma	Verkkosivun tyyppi	Tutkimuksessa
Kuvasta puuttuu alt-teksti	yliopisto/akatemia	Acosta-Vargas ym. (2018), Acosta-Vargas ym. (2019), Ismail & Kuppusamy (2019), Ali (2021)
Linkitetystä kuvasta puuttuu alt-teksti	yliopisto/akatemia	Acosta-Vargas ym. (2018), Acosta-Vargas ym. (2019), Ismail & Kuppusamy (2019), Ali (2021)
Värien väärinkäyttö	yliopisto	Acosta-Vargas ym. (2019)
Kontrastin riittämättömyys	yliopisto/akatemia	Acosta-Vargas ym. (2018), Acosta-Vargas ym. (2019), Ismail & Kuppusamy (2019)
Linkkien paljous	yliopisto	Acosta-Vargas ym. (2019)
Linkin näkymättömyys	akatemia	Ismail & Kuppusamy (2019)
Lista-elementtien nimen puuttuminen	akatemia	Ismail & Kuppusamy (2019)
Kieliattribuuttien nimen puuttuminen	akatemia	Ismail & Kuppusamy (2019)
Lomakkeiden kuvauksen puuttuminen	akatemia	Ismail & Kuppusamy (2019)
Navigoinnin vaikeus	yliopisto	Ali (2021)
Näppäimistöllä ohjaamisen puutteellisuus tai puuttuminen	yliopisto	Ali (2021)
Avustavien teknologioiden toimintaa ei mahdollisteta	yliopisto	Ali (2021)
Etualaa ja taustaa ei eroteta	yliopisto	Ali (2021)
Sisällön muotoa ei ole mahdollista muokata	yliopisto	Ali (2021)

Virheiden laskusta huolimatta suurin osa koulutuksen verkkosivuista ei kuitenkaan noudata WCAG-ohjeistuksien vaatimaa saavutettavuuden tasoa eikä välttämättä edes ohjeistuksien alinta tasoa. Samaa on todettu Campoverde-Molinan, Luján-Moran ja Garcían (2020) toimesta toteutetussa tutkimuksessa koulutuksen verkkosivujen saavutettavuuskartoituksessa. Muutokset virheiden laadussa eivät myöskään muuttaneet sitä, että suurin osa havaituista ongelmista oli näkörajoitteisille käyttäjille eniten esteitä tuottavia havaittavuusperiaatteen virheitä – samoin kuin hallinnollisten ja julkisten palveluiden verkkosivuilta.

4.3 Muiden organisaatioiden verkkosivut ja mobiiliselaus

Toisin kuin julkisten palveluiden ylläpitämiä verkkosivuja, yksityisten ja kaupallisten verkkosivustojen saavutettavuutta ei juuri kontrolloida säädöksin. Näiden verkkosivujen sisältö kuitenkin koskee useimmiten myös näkö- ja kuulorajoittuneita käyttäjiä heidän ollessa osa tuotteen tai palvelun kohdeyleisöä tai esimerkiksi erityisesti kuulorajoitteisille mainostettujen turismiaktiviteettien muodossa. Koko kohdeyleisön tulisi pystyä saavuttamaan ja käyttämään palveluntarjoajien tarjoamaa sisältöä, jotta palvelu toimisi mahdollisimman tehokkaasti ja palvelisi asiakkaidensa tarpeita. Saavutettaville verkkosivuille on myös kysyntää kaupallisellakin puolella: Domínguez Vilan, Alén Gonzálezin ja Darcyn (2018) mukaan saavutettavalle turismille on olemassa noin 100 miljoonan euron markkinarako, jota ei hyödynnetä.

Tässä luvussa käydään ensiksi läpi turismiverkkosivujen saavutettavuus-tilannetta ja seuraavaksi sokeisiin käyttäjiin kohdistuneita tutkimuksia verkko-kauppojen käytössä ja mobiiliselauksessa. Lisäksi pohditaan tutkimusten tulosten merkitystä ja lopuksi verkkosivujen ongelmien jatkuvan esiintyvyyden mahdollisia syitä.

Turismiverkkosivujen saavutettavuutta on analysoitu muun muassa Domínguez Vilan ym. (2018) sekä Luccion ja Beltramen (2018) toimesta. Aihetta lähestyttiin näissä tutkimuksissa kuitenkin eri tavoin: Domínguez Vila ym. (2018) tekivät muiden mainittujen tutkimusten tavoin analyysin useiden verkkosivujen saavutettavuudesta, kun taas Luccio ja Beltrame (2018) pyrkivät kehittämään kuulorajoitteisille mahdollisimman saavutettavan verkkosivun malliksi muille turismisivuille. Domínguez Vila ym. (2018) havaitsivat 210 maan verkkosivun analyysissään hälyttäviä määriä ongelmia – useita kymmeniä yhtä onnistumiskriteeriä kohden. Näistä olennaisimmat keskittyivät verkkosivujen mukautettavuuteen havaittavuusperiaatteen 1.3 mukaan sekä verkkosivujen navigoitavuuteen hallittavuusperiaatteen 2.4 mukaan. Luccion ja Beltramen (2018) tutkimuksessa avataan verkkosivun kehityksessä esille nousseita kuulorajoitteisten – erityisesti kuurojen – kokemia ongelmia verkkosivujen käytössä: ne koskevat muun muassa tekstin ja navigoimisen monimutkaisuutta, verkko-

sivun välähtelyä ja ääntä sisältävää sisältöä, jolle ei ole annettu vaihtoehtoista esitystapaa.

Tutkimusten tuloksista saa jonkinlaista kuvaa siitä, kuinka kuulorajoitteisten ja näkörajoitteisten käyttäjien kokemat ongelmat eroavat ja yhtenevät. Molemmat ryhmät tarvitsevat vastineita sisällöille, jotka on esitetty muussa kuin tekstimuodossa, ja molemmille ryhmille huono saavutettavuus aiheuttaa usein ongelmia verkkosivulla navigoinnin saralla. Erot kokemuksissa löytyvät selkeimmin kuvien, äänien ja videoiden ymmärtämisen ongelmista. Tekstin ymmärtämisessä taas voi ilmaantua ongelmia kuulorajoitteisille, mikäli sisältö on monimutkaista tai kielen taso haastavaa, sillä kuuroilla on monesti heikompi kielitaito kuin muulla väestöllä (Luccio & Beltrame, 2018).

Kaksi tutkimusryhmää tutki nimenomaan sokeiden kokemia saavutettavuusesteitä verkossa. Gonçalves, Rocha, Martins, Branco ja Au-Yong-Oliveira (2018) tutkivat verkkokauppojen yleistä saavutettavuustilannetta ja Carvalho, Dias, Reis ja Freire (2018) vertasivat sokeiden ja normaalinäköisten kokemia saavutettavuusongelmia mobiililaitteiden käytössä. Molemmissa tutkimuksissa raportoitiin sokeiden käyttäjien yleisimmiksi ongelmiksi vaihtoehtoisten tekstien puuttuminen, epäselvät tai puutteelliset toiminnallisuudet ja epäselvä sisältö. Lisäksi Carvalho ym. (2018) raportoivat, ettei suurin osa näistä ongelmista vaikuta normaalinäköisiin käyttäjiin ollenkaan. Gonçalvesin ym. (2018) tutkimuksessa mainitaan erikseen kontrastin riittämättömyys, koodin ja otsikoiden huono muotoilu sekä pelkällä näppäimistöllä navigoinnin vaikeus tai mahdottomuus, kun taas Carvalho ym. (2018) tuovat esille asiaankuulumattoman sisällön sekä painottavat navigointioelementtien yleisen epäselvyyden vakavuutta. Navigointiongelmat nousevat siis sokeille laajaksi esteeksi verkkoselailussa.

Toinen kummassakin tutkimuksessa esille noussut vakava ongelma on avustavien teknologioiden käytön mahdollistamisen puute: verkkokauppojen sivuilla otsikot, linkit ja taulukot on usein muotoiltu väärin tai hämmentävästi (Gonçalves ym., 2018) ja mobiiliselailu oli sokeille selkeästi vaikeampaa avustavien teknologioiden ja mobiiliverkkosivujen kommunikaatio-ongelmien vuoksi (Carvalho ym., 2018). Näissä tilanteissa sokeilla kuluu huomattavasti enemmän aikaa tehtävän suorittamiseen, sillä heidän täytyy keksiä erilaisia tapoja saada sisällöstä selvää (Gonçalves ym., 2018). Kaikki tutkimuksissa eniten havaitut ongelmat on esitetty taulukossa 5.

Tässä luvussa esiin tulleet ongelmat ovat aiemmissa luvuissa mainittuja ongelmia monipuolisempia ja runsaslukuisempia. Tämä oli odotettavissa kaupallisten organisaatioiden verkkosivujen saavutettavuuden säännöstelyn puutteen takia. Esitetyt ongelmat ovat samankaltaisia julkisten palveluiden verkkosivuilla esitettyjen ongelmien kanssa siinä, että monet niistä koskevat havaittavuusperiaatetta ja siten aiheuttavat esteitä näkörajoitteisille käyttäjille. Monet ongelmista koskevat kuitenkin myös navigoinnin hankaluutta ja verkkosivujen sisällön yleistä kaaosmaisuuutta, mikä hankaloittaa myös kuulorajoitteisten käyttäjien elämää.

Kuten myös luvussa 2 mainittiin, verkkosivun ongelmat voivat ajaa käyttäjiä poistumaan verkkosivuilta, etenkin heidän kokiessaan vaikeuksia onnistua

edes yksinkertaisen verkkokauppaostoksen tekemisessä. Esimerkiksi Carvalho ym. (2018) todistivat tutkimuksellaan, että sokeat käyttäjät luovuttavat normaalinäköisiä käyttäjiä useammin verkkosivustojen käytössä niiden vaikeakäyttöisyyden vuoksi, ja joutuvat muulloin käyttämään huomattavasti enemmän aikaa tehtävien loppuunsaattamisessa. Myös Luccio ja Beltramen (2018) esittämät seikat kuulorajoitteisten kielentaidosta tekevät selväksi, että verkkosivujen sisällön liian monimutkainen kieli tai yleinen informaatiotulva aiheuttavat kuulorajoitteisille vaikeuksia verkkosivun käytössä.

TAULUKKO 5 Saavutettavuusongelmat muilla verkkosivuilla

Saavutettavuusongelma	Verkkosivun tyyppi	Tutkimuksessa
Sisällön muotoa ei ole mahdollista muokata	turismipalvelu	Domínguez Vila ym. (2018)
Syötevirheestä ei ilmoiteta	turismipalvelu	Domínguez Vila ym. (2018)
Tekstin monimutkaisuus	turismipalvelu	Luccio & Beltrame (2018)
Äänisisällön vaihtoehdoisen esitystavan puuttuminen	turismipalvelu	Luccio & Beltrame (2018)
Sisällön välähtely	turismipalvelu	Luccio & Beltrame (2018)
Vaihtoehdoisen tekstin puutos	turismipalvelu/ verkkokauppa/ mobiiliselaus	Domínguez Vila ym. (2018), Gonçalves ym. (2018), Carvalho ym. (2018)
Taulukoiden väärä tai epäselvä muotoilu	verkkokauppa	Gonçalves ym. (2018)
Kontrastin riittämättömyys	verkkokauppa	Gonçalves ym. (2018)
Näppäimistöllä ohjaamisen puutteellisuus tai puuttuminen	verkkokauppa	Gonçalves ym. (2018)
Otsikoiden muotoilun puute	verkkokauppa	Gonçalves ym. (2018)
Linkkien tekstit eivät ole kuvaavia	verkkokauppa	Gonçalves ym. (2018)
Avustavien teknologioiden toimintaa ei mahdollisteta	turismipalvelu/ verkkokauppa/ mobiiliselaus	Domínguez Vila ym. (2018), Gonçalves ym. (2018), Carvalho ym. (2018)
Sisällön järjestelyn epä johdonmukaisuus	mobiiliselaus	Carvalho ym. (2018)
Toiminnallisuuden puutteellisuus	mobiiliselaus	Carvalho ym. (2018)
Nappien nimeämättömyys	mobiiliselaus	Carvalho ym. (2018)
Nappien toiminnan epäselvyys	mobiiliselaus	Carvalho ym. (2018)
Asiaankuulumaton sisältö	mobiiliselaus	Carvalho ym. (2018)
Navigoinnin vaikeus	turismipalvelu/ verkkokauppa/ mobiiliselaus	Domínguez Vila ym. (2018), Luccio & Beltrame (2018), Gonçalves ym. (2018), Carvalho ym. (2018)
Sisällön ylikuormitus	mobiiliselaus	Carvalho ym. (2018)
Lomakkeen muoto epäselvä	mobiiliselaus	Carvalho ym. (2018)
Liikkuvaa sisältöä ei ole mahdollista pysäyttää	verkkokauppa	Gonçalves ym. (2018)

Tehtyjen virheiden määrä on huomattava ottaen huomioon tehtyjen tutkimuksien ja analyysien määrän sekä käytettävyydellä ja saavutettavuudella saavutettavien hyötyjen määrän. Virheiden jatkuvuuden ja osittain itse ongelmien lähteenä on pidetty muun muassa saavutettavuuden kehittämisen ja ylläpitämisen hintaa (Puzis, Borodin, Soviak, Melnyk & Ramakrishnan, 2015). Esimerkiksi saavutettavuuden tavoitteet tai tavat luoda ja kehittää sitä eivät välttämättä ole kaikille verkkosivustojen kehittäjille tuttuja, mikä johtaa kehittäjien koulutusta vaativaan kalliiseen investointiin. Saavutettavuuden varmistaminen on lisäksi jatkuvaa työtä teknologian nopean ja jatkuvan kehityksen sekä saavutettavuusohjeiden päivittämisen vuoksi. Virheiden määrään vaikuttaa Królin ja Zdonekin (2020) mukaan myös verkkosivustolla olevan sisällön määrä ja monimutkaisuus. Näiden seikkojen ohella saavutettavuutta on vielä kohtuullisen vähän aikaa sitten pidetty ylimääräisenä ominaisuutena välttämättömyyden sijaan (Puzis ym., 2015) ja joidenkin palveluntarjoajien mielestä on ollut vaikeaa, toisista tai jopa kiusallista huomioida vammaista käyttäjäkuntaa (Vogel, 2006; Easton, 2013).

5 ONGELMIIN KEHITETYT RATKAISUT

Vaikka verkkosuunnittelussa on jo pitkään pyritty ottamaan mahdollisimman hyvä käytettävyys ja estetiikka huomioon, on virheiden välttäminen silti yhä vaikeaa. Vaikeakäyttöisiä ja saavuttamattomia verkkosivuja kehitetäänkin edelleen (Campoverde-Molina ym., 2020), mistä ajankohtaisena esimerkkinä voidaan mainita suomalaisten yliopistojen ja korkeakoulujen kehittämä opintojärjestelmä Sisu: tutkielman tekoaikana Helsingin Sanomat julkaisi jutun uuden opintojärjestelmän toimimattomuudesta näkövammaisille käyttäjille (Takala, 2021).

Saavutettavuuden ylläpitämiseen ja parantamiseen on tehty monia tutkimuksia, raportteja, yleisiä ohjeistuksia tai sääntöjä joko hyödynnettäväksi verkkosivujen suunnitteluvaiheessa tai muokkaamalla jo valmistuneita sivuja jälkikäteen. Näkövammaisten liiton (2020) mukaan saavutettavuusongelmien huomioiminen on kuitenkin kaikista tehokkainta suunnittelu- ja toteutusvaiheessa, sillä ongelmien korjaaminen voi olla vaikeaa palvelun julkaisun jälkeen. Suurin osa luvussa esille tuoduista ratkaisuista oli yhdistetty 4 luvun tutkimusten saavutettavuusanalyysiin, mutta osa ratkaisuista löytyi kokonaan erillisistä tutkimuksista.

Tässä luvussa kuvaillaan tutkimuksissa löydettyjä ratkaisuja ja apuvälineitä verkkosivujen saavutettavuuden parantamiseksi. Saavutettavuuden ongelmien ratkaisut on helpointa jakaa kolmeen kategoriaan: verkkosivujen saavutettavuutta arvioiviin ja parantaviin työkaluihin, ratkaisuehdotuksiin ja -neuvoihin WCAG-ohjeiden vastaisiin virheisiin sekä ratkaisuehdotuksiin työtapojen tai lainsäädännön muuttamisesta.

5.1 Saavutettavuuden työkalut

Verkkosivujen saavutettavuutta arvioidaan niiden kehityksen loppuvaiheessa ja useimmiten vasta niiden valmistuttua. Tätä varten monet ovat kehittäneet saavutettavuuden arviointiin automaattisia työkaluja, jotka analysoivat halutun

sivun ulkomuotoa ja koodia eri laajuuksissa. Työkalujen laaja kirjo ja niiden antamien tulosten erilaisuus on kuitenkin antanut syytä kehittää myös pienempiin ongelmiin keskittyviä arviointi- ja avustustyökaluja, kuten kontrastin arviointityökalu WCAG Color Contrast Checker. Tämän alaluvun tarkoituksena on avata lyhyesti saavutettavuuden automaattisten arviointityökalujen toimintaa, eroja sekä heikkouksia ja kertoa kirjallisuuskatsauksessa löydettyistä tiettyihin ongelmiin kehitetyistä tai kehitteillä olevista työkaluista.

Kuten luvussa 4 on tuotu esille, verkkosivustojen saavutettavuutta analysoidaan useimmiten saavutettavuuden automaattisten arviointityökalujen avustuksella. W3C listaa sivuillaan 162 eri arviointityökalua käytettäväksi, joista sivulla voi suodattaa tarpeisiinsa sopivan työkalun (W3C, 2020). Nämä työkalut ovat tietokoneelle ladattavia ohjelmistoja tai verkkoselaimiin liitettäviä laajennuksia (Alajarmeh, 2021). Työkaluille annetaan esimerkiksi analysoitavan verkkosivun URL-osoite, jonka perusteella työkalut arvioivat muun muassa verkkosivun asettelua, värivalintoja, kontrastia, eri standardien ohjeidenmukaisuutta ja HTML- sekä CSS-koodia. Työkalut eroavat toisistaan tukemiensa teknologioiden ja standardien lisäksi myös korjausneuvoissaan sekä siinä, ovatko ne ilmaisia vai maksullisia ja kuinka ne ilmoittavat löytämistään virheistä (Padure & Pribeanu, 2020). Luvun 4 tutkimuksissa valittiin kuhunkin tutkimukseen soveltuvat arviointityökalut muun muassa niiden suosion mukaan tai niiden tutkimukseen soveltuvuuden mukaan. Taulukossa 6 on listattu osa näistä arviointityökaluista ja niiden ominaisuuksista.

TAULUKKO 6 Saavutettavuuden automaattiset arviointityökalut

Nimi	Ominaisuuksia
AccessMonitor	ilmainen, nopea, tekstiraportti
AChecker	ilmainen, nopea, selainlaajennus, tekstiraportti, WCAG 2.0, Section 508, HTML, CSS, XHTML, avoin lähdekoodi
Adobe Acrobat Pro XI	PDF-tiedostojen tarkistus
aXe	ilmainen, selainlaajennus, avoin lähdekoodi
eXaminator	ilmainen, nopea, tekstiraportti, WCAG 2.0
SortSite	käytettävyyden arviointi
TAW	ilmainen, selainlaajennus/sovellus, tekstiraportti, WCAG 2.0, HTML, CSS, XHTML, WAI-ARIA, omat säännöt mobiilisäilytettävyyden arviointiin
Tenon	freemium, yksinkertainen UI, selainlaajennus, visuaalinen raportti
Utilitia	WCAG, HTML, CSS
VaMoLà	WCAG 2.0, Italian lainsäädäntö
W3C HTML Validator	HTML-koodin arviointi
W3C CSS Validator	CSS-koodin arviointi
WCAG Color Contrast Checker	selainlaajennus, kontrastiarvojen arviointi
WAVE	ilmainen, selainlaajennus, visuaalinen raportti, kontrastiarvojen arviointi, WCAG 2.1, Section 508
Web Accessibility Checker	rekisteröityminen tarpeellista, selainlaajennus, tekstiraportti

Tutkimukset yhtä mieltä siitä, että automaattiset arviointityökalut ovat tehokkaita, nopeita ja edullisia vaihtoehtoja saavutettavuusvirheiden tunnistamiseen, mutta niillä tehdyt analysoinnit eivät ole yhtä luotettavia tai perinpohjaisia kuin manuaaliset ja eksperttien tekemät arviot tai käyttäjättestit. Arviointityökalut voivat tuottaa sekä valepositiivisia että valenegatiivisia tuloksia eivätkä pysty tarkistamaan kaikkia WCAG 2.1 ohjeidenmukaisuuksia, kuten alt-tekstien sopivuutta (Acosta-Vargas ym., 2018; Gonçalves ym., 2018; Acosta-Vargas ym., 2019; Csontos & Heckl, 2020; Król & Zdonek, 2020; Padure & Pribeanu, 2020; Alajarmeh, 2021). Tästä syystä automaattisia arviointityökaluja käytettäessä suositellaankin käyttämään useita eri työkaluja yhtä aikaa, sillä ne voivat antaa erilaisia tuloksia ja näkökulmia saavutettavuusongelmista (Gonçalves ym., 2018; Alajarmeh, 2021). Esimerkiksi Alajarmeh (2021) käytti tutkimuksessaan neljää eri työkalua (AChecker, WAVE, W3C HTML Validator, W3C CSS Validator) testaamaan verkkosivujen eri ominaisuuksia.

Arviointityökalujen mahdollisten väärin ja vaihtelevien tulosten vuoksi niiden tukena on myös suositeltavaa tehdä manuaalinen saavutettavuuden tarkistus, käyttää käytettävyyden ja saavutettavuuden asiantuntijoita manuaalisen tarkistuksen toteuttamiseen ja kutsua käyttäjiä mukaan arviointiin (Acosta-Vargas ym., 2018; Gonçalves ym., 2018; Ismail & Kuppusamy, 2018; Acosta-Vargas ym., 2019; Campoverde-Molina ym., 2020; Alajarmeh, 2021). Työkalujen käytön todetaan myöskin olevan kaikista tehokkainta asiantuntijoiden käyttämänä (Acosta-Vargas ym., 2018), mikä edelleen lisää asiantuntijoiden tarvetta analysoinneissa. Esimerkiksi Gonçalves ym. (2018) käyttivät tutkimuksessaan sekä arviointityökaluja, ammattilaisten arvioita että käyttäjätestejä ja totesivat löytäneensä enemmän käyttäjien tyytyväisyyteen vaikuttavia ongelmia ammattilaisten ja käyttäjien arvioiden avulla kuin pelkkää arviointityökalua käyttämällä. Näistä seikoista huolimatta moni tutkimuksista käyttää analysointiansa perustana pelkästään automaattisia arviointityökaluja, useimmiten myös vain yhtä tai kahta.

Saavutettavuuden automaattisten arviointityökalujen lisäksi tutkimuksen edetessä löytyi myös kolme lähiaikoina tehtyä tutkimusta, joissa kerrottiin kehittyistä tai kehitteillä olevista saavutettavuutta parantavista työkaluista. Ensimmäinen työkalu on Pantulan ja Kuppusamyn (2019) kehittämä AuDIVA, joka tekee videoille automaattisen äänikuvauksen. AuDIVA analysoi annetun videon sisällön ja kehittää sen perusteella kohtauksille äänikuvauksen, joka ajoitetaan esitettäväksi ennen kutakin kohtausta. Videon esitys pysäytetään selityksen ajaksi päällekkäisten ääniraitojen estämiseksi. Työkalu on suunnattu verkkosivujen kehittäjille, jotka voivat sisällyttää työkalun verkkosivuihinsa, ja on kyselyiden mukaan helppokäyttöinen ja tarkka äänikuvausten ajastamisessa. (Pantula & Kuppusamy, 2019).

Toinen kehitetty työkalu on Fayzrakhmanovin ja Kravchenkon (2019) FasWrap4A. Sen on tarkoitus toimia sokeiden aputeknologiana verkon selauksessa automatisoimalla käyttäjien usein verkossa tekemiä tehtäviä, kuten lomakkeiden täyttöä. Työkalun hyviin puoliin lukeutuu muun muassa sen toimi-

vuus monilla laitteilla ja se, ettei työkalu vaadi verkkoselainta toimiakseen. (Fayzrakhmanov & Kravchenko, 2019).

Viimeisenä mainittakoon Núñezin, Tabares-Moralesin ja Duque-Méndezin (2020) kehitteillä oleva saavutettavuuden työkalu Allyxe. Tutkijat esittävät, että työkalu olisi minkä tahansa verkkosivun ylläpitäjän asennettavissa omalle verkkosivulle. Allyxen ollessa asennettuna verkkosivulle, kuka tahansa sivun käyttäjä voisi hyödyntää sen toimintoja parantaakseen omaa verkkosivun käyttökokemustaan haluamallaan tavalla. Käyttäjien käyttämän selaimen ja käyttöjärjestelmän suunnitellaan olevan Allyxen käytön kannalta merkityksetön. (Núñez ym., 2020).

5.2 WCAG 2.0 tai 2.1 ratkaisut

Suurin osa esille nousseista verkkosivujen saavutettavuusongelmista on automaattisten arviointityökalujen paljastamia WCAG 2.0 tai WCAG 2.1 -ohjeiden vastaisia virheitä. Monet tutkimuksista testasivat verkkosivujen saavutettavuutta näiden ohjeiden A- ja AA-tasojen noudattamisen suhteen, mistä paljastui nopeasti, etteivät useimmat verkkosivut noudata edes saavutettavuuden alinta tasoa. A-tason virheet ovat monesti helposti korjattavissa pienillä muutoksilla, mutta niiden suuri määrä saattaa aiheuttaa vaikeuksia. Esimerkiksi verkkosivulla, jolla on paljon kuvia ja elementtejä, voi kulua paljon aikaa jokaisen elementin nimeämiseen ja kuvaukseen. Tässä luvussa kerrotaan tutkimuksissa mainituista korjausratkaisuista, jotka pohjautuvat WCAG-ohjeisiin sekä vastaavat luvussa 4 esille tulleisiin virheisiin ja ongelmiin. Lukuun on myös koottu taulukko (taulukko 7) ongelmista, niiden ratkaisuista sekä tutkimuksista, joissa ratkaisut on tuotu esille.

Eniten virheilmoituksia tuottivat vaihtoehtoistekstien puuttuminen eri elementeistä. Kuviin, kuviin johtaviin linkkeihin ja kuvina esiintyviin linkkeihin tulee lisätä alt-teksti, jossa kuvataan kuvan tai linkin sisältö lyhyesti. Muutoin näytönlukijat eivät pysty esittämään sisältöä tai linkin tarkoitusta kunnolla käyttäjille (Acosta-Vargas ym., 2018).

Muita havaittavuusperiaatteen virheitä olivat muun muassa taulukoiden, lomakkeiden, listojen ja nappien nimeämisen tai kuvauksen puutteet sekä värien ja kontrastin väärinkäyttö. Kaikilla verkkosivun elementeillä tulee olla selkeä nimi, koodissa asetettu muotoilu ja kuvaus sen toiminnasta tai tarkoituksesta, jotta näytönlukijat pystyvät kertomaan sisällöstä käyttäjälleen (Gonçalves ym., 2018). Värisokeiden käyttäjien huomioimiseksi Acosta-Vargas ym. (2019) suosittavat väri- ja kontrastityökalujen käyttöönottoa verkkosivun kehittämisessä. Ilman työkaluja kontrastin yksinkertaisia parannuskeinoja ovat kirkkaiden ja sävyrikkaiden värien käyttö sekä taustakuvien käytön välttäminen (Acosta-Vargas ym. 2019).

TAULUKKO 7 Saavutettavuusongelmia vastaavat ratkaisut

Saavutettavuusongelma	Ratkaisu	Tutkimuksessa
Alt-tekstin puutos	Kuviin, kuviin johtaviin linkkeihin ja kuvina esiintyviin linkkeihin lisätään kuvan sisältöä havainnollistava lyhyt teksti.	Acosta-Vargas ym. (2018), Carvalho ym. (2018), Domínguez Vila ym. (2018), Ismail & Kuppusamy (2019), Csontos & Heckl (2020), Alajarmeh (2021), Ali (2021)
Riittämätön kontrasti ja värien väärinkäyttö	Väri- ja kontrastityökalujen käyttö verkkosivujen kehityksessä. Kirkkaiden ja sävyrikkaiden värien käyttö. Taustakuvien käytön välttäminen.	Acosta-Vargas ym. (2019), Ismail & Kuppusamy (2019), Alajarmeh (2021)
Äänisisällön vaihtoehdoisen esitystavan puuttuminen	Videoille tarjotaan tekstitykset ja puhtaaksi kirjoitettu teksti sen sisällöstä. Äänelle tarjotaan puhtaaksi kirjoitettu teksti sen sisällöstä.	Luccio & Beltrame (2018), Ismail & Kuppusamy (2019)
Elementtien toiminnan epäselvyys	Elementtien valitseminen toimintansa mukaan Elementtien kuvaava nimeäminen. Elementeille annetaan toimintaa kuvaava kuvausteksti. Elementeille annetaan erilaiset alt-tekstit.	Carvalho ym. (2018), Gonçalves ym. (2018), Csontos & Heckl (2020), Alajarmeh (2021)
Elementtien epäselvä muotoilu	Elementit muotoillaan käytetyn ohjelmointikielen muotoilujen mukaisesti.	Gonçalves ym. (2018), Csontos & Heckl (2020)
Tyhjät ja epäselvät linkit	Linkin tarkoitus ja kohde kerrotaan selkeästi. Linkeille annetaan eri tekstit, jos ne johtavat eri kohteisiin. Linkkien tekstin näkyvyys varmistetaan.	Acosta-Vargas ym. (2018), Acosta-Vargas ym. (2019), Ismail & Kuppusamy (2019), Csontos & Heckl (2020), Alajarmeh (2021)
Otsikoiden virheellinen muotoilu tai sen puute	Otsikot muotoillaan käytetyn ohjelmointikielen muotoilujen mukaisesti (esim. H1, H2, H3). Otsikolle ja otsikon alt-tekstille annetaan eri sisällöt.	Gonçalves ym. (2018), Acosta-Vargas ym. (2019), Csontos & Heckl (2020)

(jatkuu)

TAULUKKO 7 (jatkuu)

Saavutettavuusongelma	Ratkaisu	Tutkimuksessa
Sisällön järjestelyn epä-johdonmukaisuus ja sisällön epäselvyys	Sisältö muotoillaan käytetyn ohjelmointikielen muotoilujen mukaisesti. Kriittisten toimintojen selkeä identifiointi ja asettelu. Sisältö muotoillaan yhdenmukaisesti. Fontin koko on vähintään 12 pikseliä. Italic-elementin käyttöä vältetään. Tekstistä tehdään selkeäkielistä tai sivulle tarjotaan selkeäkielinen versio.	Carvalho ym. (2018), Gonçalves ym. (2018), Luccio & Beltrame (2018), Ismail & Kuppusamy (2019), Csontos & Heckl (2020), Alajarmeh (2021), Ali (2021)
Sisällön ylikuormitus	Ylimääräisen sisällön välttäminen (esim. hallinnollisen palvelun sivulla säätietojen esittäminen)	Król & Zdonek (2020)
Linkkien paljous	Linkkien määrän vähentäminen (esim. ei useita samaan kohteeseen johtavia linkkejä). Linkkien ryhmitteleminen tunnisteiden avulla. Osioiden erottaminen otsikoilla.	Acosta-Vargas ym. (2019), Csontos & Heckl (2020)
Navigoinnin vaikeus	Käyttäjille tarjotaan keinoja selvittää oma sijaintinsa verkkosivulla ja keinoja löytää tiettyä sisältöä. Navigoinnista tehdään yksinkertaista, ennustettavaa ja yhdenmukaista. Sisällön yhdenmukainen organisointi.	Carvalho ym. (2018), Domínguez Vila ym. (2018), Luccio & Beltrame (2018), Ali (2021)
Hakualgoritmien epäselvä toiminta	Hakualgoritmin muokkaaminen tarjottujen tuotteiden mukaiseksi.	Gonçalves ym. (2018)
Avustavien teknologioiden toimintaa ei mahdollisteta	Lujatekoisuusperiaatteen huomiointi. Nykyisten ja tulevien avustavien teknologioiden (kuten mobiilitekniologioiden) käytön mahdollistaminen. Jäsentämisen (<i>eng. parsing</i>) toimimisen varmistaminen automaattisella arviointityökalulla. Kuvausten ja elementtien assosiointi koodissa.	Carvalho ym. (2018), Domínguez Vila ym. (2018), Gonçalves ym. (2018), Csontos & Heckl (2020), Ali (2021)
Sisällön muotoa ei ole mahdollista muokata	Sisällölle luodaan erilaisia esitystapoja (kuten yksinkertaisempi asettelu) ilman informaation menettämistä.	Domínguez Vila ym. (2018), Ali (2021)
Näppäimistöllä ohjaimisen puutteellisuus tai puuttuminen	Verkkosivun toiminnoista ja sisällöstä tehdään pelkän näppäimistön avulla hallittavaa (esim. kaikilla ONCLICK-tapahtumilla on oltava vastaava ONKEYPRESS-tapahtuma)	Gonçalves ym. (2018), Ali (2021)
Liikkuvaa sisältöä ei ole mahdollista pysäyttää	Liikkuvan sisällön välttäminen. Liikkuvan sisällön pysäyttäminen mahdollistetaan.	Gonçalves ym. (2018), Acosta-Vargas ym. (2019)

Navigoitavuuden vaikeus esiintyi muutamissa tutkimuksissa. Tähän vaikuttavat muun muassa otsikoiden muotoilun selkeys ja sisällön asettelu sekä selkeiden ohjeiden tarjoaminen. Otsikot ovat yksi tärkeimmistä sokeiden käyttämistä keinoista verkossa vuorovaikuttamiseen, joten verkkosivujen koodissa tulee merkitä otsikot käytetyn kielen mukaisilla muotoiluilla tarjotakseen sokeille käyttäjille selkeämmän kuvan verkkosivun rakenteesta ja sisällön aiheista. Verkkosivun käytön kriittisissä vaiheissa käyttäjille tulee tarjota selkeitä ohjeita ja ilmoituksia tilanteesta, esimerkiksi ääni-ilmoituksina verkkokaupoissa alennuksista tiedottaessa tai tuotteen lisäämisestä ostoskoriin. (Gonçalves ym., 2018). Joillakin sivuilla navigointia vaikeutti myös linkkien suuri määrä. Tähän annetaan neuvoiksi vähentää linkkien määrää, ryhmittelemään linkkejä sopivilla tunnisteilla esimerkiksi listaan sekä erottelemaan osioita otsikoilla (Acosta-Vargas ym. 2019).

Verkkokauppojen ymmärrettävyys oli Gonçalves ym. (2018) tutkimuksessa vaikeaa niiden hakualgoritmien toimintaperiaatteen epäselvyyden vuoksi. Heidän esimerkissään käyttäjät etsivät verkkokaupasta porkkanoita, mutta sivun ensimmäisenä tarjoamat vaihtoehdot olivat kosteusvoiteita eivätkä ruokaa. Tällaisissa tilanteissa hakualgoritmia tulisi muuttaa kaupan myyntilinjausten mukaiseksi selkeimpien avainsanojen sijaan. Joidenkin sivujen kriittiset toiminnot, kuten ostoskori, olivat myös epäselvästi havaittavissa. Toimintojen tulee olla selkeästi identifioituissa osioissaan niiden tunnistamiseksi. (Gonçalves ym., 2018).

Sokeille ja muille näkörajoitteisille käyttäjille on tärkeää pystyä käyttämään avustavia teknologioita verkon selauksessa. Monet verkkosivut eivät tukeeneet näiden teknologioiden käyttöä, jolloin käyttäjien vuorovaikutus sivun kanssa monimutkaistuu tai muuttuu mahdottomaksi. Lujatekoisuusperiaatteen tulee kiinnittää huomiota käyttökokemuksen yksinkertaistamiseksi ja selkeyttämiseksi (Domínguez Vila ym., 2018; Gonçalves ym., 2018).

5.3 Työtapojen ja säädösten muutokset

Alajarmeh (2021) totesi tutkimuksensa myötä löydettyjen saavutettavuusvirheiden laadusta, että etenkin havaittavuusperiaatetta noudattamattomat ominaisuudet kielivät selkeästi siitä, ettei verkkosivujen kehittäjillä ole tietoa kyseisten ominaisuuksien, kuten kuvien, vaatimista muutoksista tai saavutettavuuden vaatimuksista yleisesti. Kehittäjille ei esimerkiksi ole välttämättä tarjottu koulutusta saavutettavuuden kehittämisestä, mikä voi johtua korkeamman tason kiinnostuksen puutteesta aihetta kohtaan (da Silva ym., 2019). Tässä luvussa kerrotaan aiempaa laajempia ratkaisuehdotuksia, jotka käsittelevät verkkosuunnittelijoiden työskentelytapoja, kohdeyleisön tarpeisiin vastaamista sekä saavutettavuusvaatimusten noudattamisen tehostamista. Kuten luvussa 5.2, myös tähän lukuun on koottu taulukkoon (taulukko 8) tutkimuksissa esille tuotuja ratkaisuehdotuksia.

Osa kirjallisuuskatsauksen tutkimuksista suositteli nykyisin käytössä olevien kvantitatiivisten ja kvalitatiivisten metodien – kuten automaattisten arviointityökalujen käyttö sekä käyttäjätetit – lisäksi heurististen metodien käyttöä saavutettavuuden parantamiseen. Kehitettyjä metodeja ei kuitenkaan tullut vastaan muissa kuin Acosta-Vargasin ym. (2019) tutkimuksessa. He ehdottavat automaattisten arviointityökalujen luotettavuusongelmien vuoksi heuristisen metodin käyttöä WCAG 2.1 -ohjeiden seuraamisen tukena. Tutkijat kehittivät omaa metodologiaan toisen tutkijan aiemmin luoman käytettävyyden arviointimetodin sekä WCAG 2.1 -ohjeiden pohjalta. Näin luodun metodin ideana on pohjata analyttisesti etukäteen määriteltä määrää saavutettavuusohjeiden vastaisia saavutettavuusesteitä, joita tietyt käyttäjät saattavat kohdata tietyllä verkkosivulla tietyssä kontekstissa. Esteet pisteytetään vakavuutensa mukaan ja käyttäjän tehokkuudesta sekä tyytyväisyydestä pyritään vetämään mahdollisimman tarkkoja johtopäätöksiä esteiden ja käyttäjän ominaisuuksien perusteella. Metodin toimivuutta testattiin käyttämällä sitä tutkimuksessa verkkosivujen saavutettavuudesta. Heuristisen metodin avulla saatiin tietää esteistä, joista automaattiset työkalut eivät osanneet kertoa. Lisäksi saatiin selville, ettei verkkosivujen maine tai korkea asema tarkoita, että verkkosivu olisi myös saavutettava. (Acosta-Vargas ym., 2019).

Acosta-Vargasin ym. (2019) käyttämä metodi tuo esille saavutettavuuden tärkeyttä, mutta on kuitenkin nykyisessä muodossaan liian hidas ja kallis laajaa käyttöä varten. Verkkosivujen kehittäjiä kuitenkin kehoitetaan ottamaan heuristisia metodeja käyttöön saavutettavuusongelmien tiedostamiseksi (Acosta-Vargas ym., 2019). Ongelmana tässä on saavutettavuuden arviointiin suunnattujen heurististen metodien puute. Ratkaisu voi löytyä käytettävyyden tutkimuksesta: käytettävyyden arvioinnin heuristisia metodeja on jo olemassa ja saavutettavuuden sekä käytettävyyden tavoitteet ovat monesti päällekkäisiä, joten on mahdollista, että käytettävyyden arviointiin kehitettyjä heuristisia metodeja voisi käyttää ensimmäisenä pohjana tulevien metodien kehityksessä.

Joissakin tutkimuksissa on kehitetty malliesimerkkejä saavutettavista verkkosivuista. Näiden tutkimusten etenemistä ja lopputulosta on mahdollista käyttää mallina erityisesti suoraan näkö- ja kuulorajoitteisille suunnattujen verkkosivujen suunnittelussa. Esimerkkinä tällaisesta tutkimuksesta on Luccion ja Beltramen vuonna 2018 toteuttama tutkimus turismiverkkosivujen saavutettavuudesta kuulorajoitteisille, jossa he kehittivät esimerkin kuulorajoitteisille saavutettavasta verkkosivusta. Etenkin turismialan verkkosivukehittäjät voivat käyttää verkkosivun kehitysprosessia mallina omassa prosessissaan.

Sokeat ja muut näkörajoitteiset käyttäjät voivat kuunnella verkkosivun sisällön, mutta sen kuuleminen ei takaa verkkosivun tehokasta käyttöä. Näkörajoitteisten käyttäjien tehoton verkkosivun käyttö voi johtua kognitiivisesta ylikuormituksesta, jota vähentääkseen Giraud ym. (2018) esittävät, että näkörajoitteisille tulisi tarjota mahdollisuutta suodattaa sivun informaatiota. Giraud tutkimusryhmineen (2018) todisti tutkimuksellaan tiedon suodattamisen tarpeen ja hyödyt sokeille käyttäjille luomalla informaation suodattamisen tavan, jonka avulla sokeat käyttäjät pystyvät välttämään ylikuormitusta. Luettavasta infor-

maatiosta suodatettiin pois toistuvat elementit, kuten joka sivulla esiintyvä verkkosivun logo, ja epärelevantti informaatio, kuten mainokset. Tällaisten suodattimien asentaminen verkkosivuille olisi suositeltava toimi verkkosivujen kehittäjille. Tämän lisäksi tutkimuksessa painotetaan, että verkkokehittäjien tulisi ottaa sokeille spesifit tarpeet aina huomioon sivun tehokkaan käytön takaamiseksi. (Giraud ym., 2018).

Luvun 4.3 lopussa esitettiin kysymys siitä, kuinka on mahdollista, että saavutettavuuden ongelmien suuri määrä johtuu edelleen saavutettavuuden kehittämisen ja ylläpitämisen suuresta hinnasta. Tähän aihetta esitelleet Puzis ym. (2015) kokivat ratkaisuksi laajentaa nykyisiä WAI:n tarjoamia kooditason ohjeita niin, että määrittelyä laajennettaisiin laajemmalle käyttäjäkunnalle sekä niin, että määrittelystä tehtäisiin kustannustehokkaampaa verkkosuunnittelulle ja avoimempaa käyttäjäagenttien kehitykselle. Puzis ym. (2015) esittävät, että Web Accessibility Initiativen antamat ohjeet eivät ole tarpeeksi joustavia, sillä niiden avulla ei ole mahdollista luoda käyttäjäagentteja erikseen käyttäjille, joilla on vain tilapäisesti heikentynyt toimintakyky. Saavutettavuuden implementoinnin väitettyä kallista hintaa on kuitenkin myöhemmin todistettu osittain vääräksi. Acosta-Vargas ym. (2018) totesivat:

Vaikka saavutettavien verkkosivujen rakentamiseen tarpeellisten kykyjen hankkiminen vaatiikin alkuinvestointia, ovat saavutettavien verkkosivujen kehittämisen ja ylläpitämisen hinnat tiedon hankkimisen jälkeen alemmat verrattuna vähemmän saavutettaviin verkkosivustoihin. (Acosta-Vargas ym., 2018, s. 36500)

Myös jo ennen Puzisin ym. (2015) tutkimusta Easton (2013) löysi todisteita saavutettavuuden kalleuden pelkoa vastaan: väitettyjä saavutettavuuden aiheuttamia kuluja on suurenneltu laajalti, ja saavutettavuuden huomioiminen verkkosivuston kehityksen aikana johtaisi saavutettavuuden sisällyttämiseen huomattavasti vähemmässä ajassa, kuin itse verkkosivuston kehittämiseen kuluu aikaa. Näin ollen verkkosivujen kehittäjien saavutettavuuskoulutukseen kannustetaan investoimaan saavutettavuuden lisäämiseksi (Ali, 2021).

Kuten mainittua, yleinen tietoisuus saavutettavuudesta on edelleen vajaa myös verkkokehittäjien joukossa. Ilman tietoisuutta aiheesta saavutettavia verkkosivuja on hankala toteuttaa (Ismail & Kuppusamy, 2019). Laajempi ymmärrys saavutettavuuden koko käyttäjäkuntaa koskevista positiivisista vaikutuksista ja siitä, että se ei välttämättä ole vaikeaa toteuttaa, voisivat nostaa saavutettavuuden standardien noudattamisen määrää ja tasoa (Alajarmeh, 2021). Tätä varten tarvitaan suuria ponnistuksia, mitä varten myös Alajarmeh (2021) ehdottaa verkkosivujen kehittäjille toteutettavaa koulutusta verkon saavutettavuudesta, sen vaatimuksista ja maailmanlaajuisista suunnittelun periaatteista. Lisäksi – ja mahdollisesti ehdotettua koulutusta varten – Alajarmeh (2021) sekä Ali (2021) vakuuttavat lainsäädännöllisten muutoksien tarpeesta useissa maissa koskien samoja aiheita. Myös Acosta-Vargas ym. (2018) ovat todenneet samankaltaista tarvetta eteläamerikkalaisten yliopistojen verkkosivujen saavutettavuuden tehostamiseksi sekä Csontos ja Heckl (2020) unkarilaisten julkisen sektorin verkkosivujen osalta. Tämän ajatuksen lomassa jälkimmäiset tutkijat eh-

dottavat kansallista tai Euroopan Unionissa toteutettavaa yhteistyötä, jonka avulla voitaisiin rahoittaa tarpeellista tutkimusta ja koulutusta. Król ja Zdonek (2020) ehdottavat samaan tapaan julkisille toimijoille yhteisen systeemin käyttöönottoa, jolla voitaisiin yhtenäistää virallisten sisältöjen esitystapoja ja näin auttaa myös kustomoitujen designratkaisujen sekä sommitteluiden kehittämisessä.

Saavutettavuuden tuominen laajaan koulutukseen lisäksi ymmärrystä aiheen tärkeydestä sekä mahdollistaisi näiden ponnistusten laajemman tiedostamisen. Ulkoisen tiedostuksen ja arvostuksen huomattiin olevan tärkeä tekijä saavutettavan materiaalin luomisen motivaationa julkisen sektorin työntekijöille (Król & Zdonek, 2020), mikä edelleen lisää laajemman ymmärryksen tarvetta. Tämän lisäksi Schmutz, Sonderegger & Saue (2017) ehdottavat WCAG-ohjeiden laajalle käyttäjäkunnalle tuomien hyötyjen korostamista muuttaakseen alan ammattilaisten mielikuvaa positiivisemmaksi sekä pois päin ajattelusta, jonka mukaan saavutettavuus on vain vammaisia käyttäjiä varten. Laaja tietoisuus verkkosivujen saavutettavuuden tarpeellisuudesta auttaisi mahdollisesti myös siinä, että verkkosivujen tilannetta tarkastettaisiin useammin kuin kerran sen elinkaaren aikana. Csontos ja Heckl (2020) ehdottavatkin säännöllisten tarkastusten toteuttamista kuuden kuukauden välein sekä päivitysten yhteydessä, mikä myös ehkäisisi saavutettavuuden heikkenemistä teknologioiden ja standardien jatkuvan kehityksen aikana.

TAULUKKO 8 Ohjeet saavutettavuuden laajempaan huomiointiin

Saavutettavuusongelma	Ratkaisu	Tutkimuksessa
Saavutettavuusesteiden huomaamatta jääminen perinteisin metodein	Heurististen metodien käyttö kvalitatiivisten ja kvantitatiivisten metodien lisäksi.	Acosta-Vargas ym. (2019)
Verkkosivun kehittämisen vaikeus tietyille kohdeyleisölle	Vammaisille kehitettyjen malliverkkosivujen prosessin jäljittely.	Luccio & Beltrame (2018)
Informaation suuresta määrästä aiheutuva ylikuormitus	Erilaisten informaation suodattamismenetelmien sisällyttäminen sivuille. Sokeiden spesifien tarpeiden huomiointi.	Giraud ym. (2018)
Saavutettavuuden standardien vähäinen noudattaminen.	Koulutusta saavutettavuuden toteuttamisesta verkkosivujen kehittäjille. Saavutettavuuden sisällyttäminen lainsäädäntöön ja IT-alan koulutukseen. Kansalliset tai kansainväliset kumppanuudet saavutettavuustutkimuksien rahoittamiseksi. Sisältöä yhtenäistävän yhteisen systeemin käyttöönotto. WCAG-ohjeiden kaikille käyttäjille tuomien hyötyjen korostaminen.	Schmutz ym. (2017), Acosta-Vargas ym. (2018), Csontos & Heckl (2020), Alajarmeh (2021), Ali (2021)
Teknologioiden ja saavutettavuusohjeiden jatkuva kehittyminen	Säännölliset saavutettavuustarkastukset.	Csontos & Heckl (2020)

6 YHTEENVETO

Tässä tutkielmassa on käyty läpi saavutettavuuden käsitettä ja sen yhteyttä käytettävyyteen sekä näkö- ja kuulorajoitteisiin. Käytettävyyden todettiin tarkoittavan sitä, kuinka helppoa ja tehokasta keskivertokäyttäjän on saavuttaa tavoitteensa verkkosivulla. Saavutettavuuden tarkoituksiksi taas tulkittiin yleisesti paremman käyttökokemuksen luominen ottamalla ihmisten erityistarpeet huomioon. Myös näkö- ja kuulorajoitteiden määritelmät avattiin, jotta rajoitteiden koko kirjo ja niiden aiheuttamat tarpeet verkkoselailussa olisivat paremmin hahmotettavissa. Näiden rajoitteiden todettiin koskevan kaikkia ihmisiä jossakin vaiheessa elämää, joko elämän aikana tai sen alussa syntyvinä pysyvinä rajoitteina tai väliaikaisina vaikeuksina esimerkiksi katsoa tai kuunnella verkkosisältöä. Saavutettavuuden ongelmien koskiessa kaikkia on tärkeää pyrkiä ajattelemaan verkkosuunnittelussa käyttäjien toiminnallisia tarpeita sen sijaan, että käyttäjiä luokiteltaisiin vammojen, iän tai sairauksien perusteella (Kehitysvammaliitto, 2021). Verkon saavutettavuuden ja tutkimuksissa analysoitujen saavutettavuusongelmien ymmärtämiseksi avattiin myös W3C:n luomien saavutettavuusohjeiden sisältöä sekä niiden käyttöä Suomessa, Euroopassa ja Yhdysvalloissa.

Kirjallisuuskatsauksessa ilmeni, että verkkosivujen saavutettavuusongelmat ovat vuosien saatossa vähentyneet, mutta niitä esiintyy edelleen paljon. Lähes kaikki tutkimuksissa analysoidut verkkosivustot todettiin saavuttamattomiksi, eli ne eivät täytenä vaadittuja saavutettavuuden tasoja. Virheitä löydettiin huomattavasti enemmän kaupallisilta verkkosivustoilta kuin hallinnollisten ja julkisten palveluiden sivustoilta, mihin todennäköisesti vaikuttavat monien maiden julkisten palveluiden saavutettavuutta koskevat lainsäädännöt. Nykyään yleisimpiä saavutettavuusvirheitä verkkosivuilla ovat havaittavuusperiaatteen virheet – kuten kuvien vaihtoehtoisen tekstin puuttuminen tai sisällön muotoilun virheet – jotka vaikuttavat eniten näkörajoitteisten käyttökokemukseen verkossa. Näkörajoitteisiin liittyviä tutkimuksia olikin löydetty enemmän kuin kuulorajoitteisiin käyttäjiin liittyviä. Kuulorajoitteisten kokemista saavutettavuusesteistä suurimmiksi selvitettiin olevan liian haastavan kielen käyttö ja äänisisällön vaihtoehtoisten esitystapojen puuttuminen.

Moniin löydetyistä ongelmista löytyy myös yksinkertainen ratkaisu. Kustannustehokkaat automaattiset arviointityökalut voivat avustaa verkkosuunnittelussa koko prosessin ajan ja WCAG 2.0 tai 2.1-ohjeiden tarjoamat mallitekniikat tukevat verkkosivujen yleisimpien ongelmien välttämistä. Automaattisten arviointityökalujen ajoittain virheellisten tulosten takia niitä kuitenkin kehoitetaan käyttämään vain ensimmäisenä verkkosivun arviointimuotona. Parempia ja pitkäkestoisempia ratkaisuja ovat saavutettavuuden asiantuntija-arvioiden teettäminen sekä käyttäjätestien tekeminen ottamalla näkö- ja kuulorajoitteisia käyttäjiä suunnitteluun ja kehitykseen mukaan. Näkörajoitteisten kokiessa huomattavan paljon esteitä verkkosivustoilla, Giraud ym. (2018) suosittelevatkin verkkosivujen kehityksessä otettavan sokeiden erityistarpeet erikseen huomioon. Yleisesti verkkosivuja kehittäessä tulisi ottaa saavutettavuusseikat mahdollisimman aikaisessa vaiheessa huomioon ongelmien ja suurien kulujen välttämiseksi (Ali, 2021). Królin ja Zdonekin (2020) mukaan verkon saavutettavuus riippuu paljolti sen kehittäjien ja editoijien tiedoista, taidoista ja käytetyistä tekniikoista sisällön julkaisemisessa. Tämän vuoksi verkkokehittäjien kouluttaminen verkon saavutettavuuden saralla on monien suosittelema investointi niin organisaatioille, kansallisille toimille kuin kansainvälisille kumppanuuksillekin. Tieteellisessä kirjallisuudessa vähäisesti esille tulleiden saavutettavuudelle spesifien toteuttamismenetelmien ja heurististen arviointimethodien tutkimukseen olisi myös suositeltavaa investoida kansainvälisessä kaavassa.

Tutkimuksien perusteella pääteltiin, että saavutettavuuden hyödyistä suurelle yleisölle on yhä tiedostuksen puutetta. Acosta-Vargas ym. (2018) painottavat, että hyvin suunnitellun ja kehitetyn verkkosivun tulisi noudattaa W3C:n luomia saavutettavuusohjeita. Tämä olisi hyödyllistä niin verkkosivujen asiakkaille kuin verkkosivujen omistajille ja ylläpitäjille, sillä saavutettavuuden takaama parempi käytettävyys kohottaisi myös verkkosivulla kävijöiden määrää (Acosta-Vargas ym., 2018). Saavutettavuus helpottaa muun muassa mobiiliseläusta, monien laitteiden yhteen toimimista, käytettävyyttä vanhemmille käyttäjille ja hakukoneoptimointia. W3C (2018) toteaa tutkimusten todistaneen saavutettavien verkkosivustojen olevan myös halvempia ylläpitää ja saavan yhteyden laajempaan yleisöön kuin saavuttamattomat verkkosivustot. Paremman verkkosaavutettavuuden kehittämiseen todettiin siis monia syitä aina mahdollisimman laajan yleisön ja tilanteiden huomioimisesta helpompaan ylläpidettävyyteen sekä kaupallisiin syihin.

Tässä tutkielmassa on pyritty mahdollisimman monipuolisesti käsittelemään saavutettavuuden ongelmien ja ratkaisujen kirjoa maailmalla. Tästä syystä tutkimuksessa ei ole pystytty tarkastelemaan syvällisesti tiettyjen verkkosivustojen saavutettavuustilannetta esimerkiksi maan tai alan mukaan. Tieteelliseen kirjallisuuteen toisivat arvokasta lisäsisältöä esimerkiksi pelkästään suomalaisten julkisten verkkopalveluiden saavutettavuuden muutokset (saavutettavuusdirektiivin toimeenpanon myötä) tai yksityisten yritysten tilanteen tarkastelu ja niiden saavutettavuuden lisäämiskeinojen etsiminen. Myös useampien maiden saavutettavuussäädöksiä ja -lakien vertailusta keskenään sekä WCAG-ohjeistuksiin nähden löytyy mahdollisuuksia jatkotutkimuksiin.

Koska tutkielman koko on rajattu, siihen sisällytettiin ainoastaan näkö- ja kuulorajoitteisten näkökulma. Jatkotutkimusta olisikin kiinnostavaa tehdä esimerkiksi muiden vähemmistöjen, kuten kognitiivisesti tai fyysisesti rajoittuneiden, ikäihmisten, lasten, saamelaisten ja erikieliseen maahan muuttaneiden kokemista saavutettavuusongelmista ja -ratkaisuista. Tutkimus vähemmistöjen yleisen suhtautumisen muutoksista saavutettavuusstandardien käyttöönoton jälkeen on samalla saralla mahdollinen jatkotutkimusaihe. Saavutettavuusongelmista ja -ratkaisuista oli vaikeaa löytää opinnäytteiden lisäksi muita suomalaisia tieteellisiä tutkimuksia, minkä vuoksi tämän kirjallisuuskatsauksen yhteydessä toivotaankin tuomaan tätä näkökulmaa enemmän esille tulevissa tutkimuksissa.

LÄHTEET

- Acosta-Vargas, P., Luján-Mora, S., & Salvador-Ullauri, L. (2017, huhtikuu). Quality evaluation of government websites. Teoksessa *2017 Fourth International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)* (8–14). IEEE. Quito, Ecuador.
- Acosta-Vargas, P., Acosta, T., & Luján-Mora, S. (2018). Challenges to assess accessibility in higher education websites: A comparative study of Latin America universities. *IEEE Access*, 6, 36500–36508.
- Acosta-Vargas, P., Salvador-Ullauri, L. A., & Luján-Mora, S. (2019). A heuristic method to evaluate web accessibility for users with low vision. *IEEE Access*, 7, 125634–125648.
- Alajarmeh, N. (2021). *Evaluating the accessibility of public health websites: An exploratory cross-country study*. *Universal Access in the Information Society*, 1–19.
- Ali, L. (2021). Accessible Websites for Everyone – A Case of UAE Universities Websites. *International Journal of Information and Education Technology*, 11(4).
- Ali, S., AlBalushi, T., & AlBadi, A. (2017). Guidelines and deployment of accessibility-aware framework approach. *International Journal of Web Information Systems*, 11(2), (114–139).
- Campoverde-Molina, M., Luján-Mora, S., & García, L. V. (2020). Empirical studies on web accessibility of educational websites: A systematic literature review. *IEEE Access*, 8, 91676–91700.
- Carneiro, G. D. A. S. & Rocha, M. A. A. (2019). MIAV: An Inclusive Method to Support the Web Accessibility Assessment By Visually Impaired People. Teoksessa *IADIS International Conference Interfaces and Human Computer Interaction 2019* (57–64). Porto, Portugal, 16.–18. heinäkuuta.
- Carvalho, M. C. N., Dias, F. S., Reis, A. G. S., & Freire, A. P. (2018, huhtikuu). Accessibility and usability problems encountered on websites and applications in mobile devices by blind and normal-vision users. Teoksessa *Proceedings of the 33rd Annual ACM symposium on applied computing* (2022–2029). Pau, France.
- Csontos, B., & Heckl, I. (2021). Accessibility, usability, and security evaluation of Hungarian government websites. *Universal Access in the Information Society*, 20(1), 139–156.

- Domínguez Vila, T., Alén González, E., & Darcy, S. (2018). Website accessibility in the tourism industry: an analysis of official national tourism organization websites around the world. *Disability and rehabilitation*, 40(24), 2895–2906.
- Easton, C. (2013). An examination of the Internet's development as a disabling environment in the context of the social model of disability and anti-discrimination legislation in the UK and USA. *Universal Access in the Information Society*, 12(1), 105–114.
- Etelä-Suomen aluehallintovirasto (2019, toukokuu). Saavutettavuusvaatimukset. Haettu 5.5.2021 osoitteesta <https://www.saavutettavuusvaatimukset.fi/>
- Euroopan Parlamentti ja Neuvosto (2016). *Euroopan Parlamentin ja Neuvoston direktiivi* (EU)2016/2102. Haettu osoitteesta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016L2102&from=FI>
- Favalli, S. & Ferri, D. (2018). Web Accessibility for People with Disabilities in the European Union: Paving the Road to Social Inclusion. *Societies*, 8(2), 40.
- Giraud, S., Thérouanne, P. & Steiner, D. (2018). Web accessibility: Filtering redundant and irrelevant information improves website usability for blind users. *International Journal of Human-Computer Studies*, 111, 23–55.
- Gonçalves, R., Rocha, T., Martins, J., Branco, F., & Au-Yong-Oliveira, M. (2018). Evaluation of e-commerce websites accessibility and usability: an e-commerce platform analysis with the inclusion of blind users. *Universal Access in the Information Society*, 17(3), 567–583.
- Hergul, S. (2015). Understanding simple heat maps for smarter UI design. Haettu 6.6. 2021 osoitteesta <https://www.uxpin.com/studio/blog/understanding-simple-heat-maps-smarter-ui-design/>
- International Organization for Standardization. (1998). *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 11: Guidance on usability* (ISO Standard No. 9241-11). Haettu osoitteesta <https://www.iso.org/standard/16883.html>
- International Organization for Standardization. (2008). *Ergonomics of human-system interaction – Part 171: Guidance on software accessibility* (ISO Standard No. 9241-171). Haettu osoitteesta <https://www.iso.org/standard/39080.html>
- International Organization for Standardization. (2011). *Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation*

(SQuaRE) – System and software quality models (ISO/IEC Standard No. 25010). Haettu osoitteesta <https://www.iso.org/standard/35733.html>

Ismail, A., & Kuppusamy, K. S. (2019). Web accessibility investigation and identification of major issues of higher education websites with statistical measures: A case study of college websites. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2019.03.011>

Ismail, A., Kuppusamy, K. S., Kumar, A., & Ojha, P. K. (2019). Connect the dots: accessibility, readability and site ranking—an investigation with reference to top ranked websites of Government of India. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 31(4), 528–540.

Kehitysvammaliitto (2021, toukokuu). Kuka hyötyy saavutettavuudesta? Haettu 28.4.2021 osoitteesta <https://papunet.net/saavutettavuus/kuka-hyotyy-saavutettavuudesta>

Kehitysvammaliitto (2021, toukokuu). Kuuloon liittyvät rajoitteet. Haettu 28.4.2021 osoitteesta <https://papunet.net/saavutettavuus/kuuloon-liittyvat-rajoitteet>

Khandare, S., Gawade, S. & Turkar V. (2017). Survey on Website Evaluation Tools. Teoksessa *2017 International Conference on Recent Innovations in Signal processing and Embedded Systems (RISE)* (608–615), India, Bhopal.

Król, K., & Zdonek, D. (2020). Local Government Website Accessibility—Evidence from Poland. *Administrative Sciences*, 10(2), 22.

Kuuloliitto ry (2021, toukokuu). Kuulo ja kuulovammat. Haettu 25.4.2021 osoitteesta <https://www.kuuloliitto.fi/kuulo/kuulo-ja-kuulovammat/>

Luccio, F. L., & Beltrame, L. (2018, marraskuu). Accessible tourism for users with hearing loss. Teoksessa *Proceedings of the 4th EAI International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good* (243–248), Italy, Bologna.

Núñez, O. H., Tabares-Morales, V., & Duque-Méndez, N. (2020, kesäkuu). Web Accessibility Toolbar: Allyxe (Accessibility for Everyone). Teoksessa *2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (1–6). IEEE, Seville, Spain.

Näkövammaisten liitto (2019). Mitä ovat näkövammat? - Tietoa näkövammoista ja niiden vaikutuksista. Haettu 27.4.2021 osoitteesta https://cms.nkl.fi/sites/default/files/nkl-files/nakovammat2019_web.pdf

- Näkövammaisten liitto (2020, 21. lokakuuta). Saavutettavuus. Haettu 28.4.2021 osoitteesta <https://www.nkl.fi/fi/saavutettavuus>
- Näkövammaisten liitto (2021a, 11. maaliskuuta). Näkövammaisuus. Haettu 27.4.2021 osoitteesta <https://www.nkl.fi/fi/nakovammaisuus>
- Näkövammaisten liitto (2021b, 12. maaliskuuta). Näkövammaisuus Suomessa. Haettu 27.4.2021 osoitteesta <https://www.nkl.fi/fi/nakovammaisuus-suomessa>
- Näkövammaisten liitto (2021c, toukokuu). Näkövammaisten yleisimmät apuvälineet. Haettu 28.4.2021 osoitteesta <https://www.aviris.fi/fi/etusivu/uusille/yleisimmat>
- Padure, M., & Pribeanu, C. (2020). Comparing Six Free Accessibility Evaluation Tools. *Informatica Economica*, 24(1), 15–25.
- Pantula, M., & Kuppusamy, K. S. (2019). AuDIVA: A tool for embedding Audio Descriptions to enhance Video Accessibility for Persons with Visual Impairments. *Multimedia Tools and Applications*, 78(14), 20005–20018.
- Petrie, H., & Kheir, O. (2007, huhtikuu). The relationship between accessibility and usability of websites. Teoksessa *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (397–406), California, San Jose.
- Puzis, Y., Borodin, Y., Soviak, A., Melnyk, V., & Ramakrishnan, I. V. (2015, toukokuu). Affordable web accessibility: A case for cheaper ARIA. Teoksessa *Proceedings of the 12th Web for All Conference* (1–4). Italy, Florence.
- Rodríguez, G., Pérez, J., Cueva, S. & Torres, R. (2017). A framework for improving web accessibility and usability of Open Course Ware sites. *Computers & Education*, 109, 197–215.
- Schade, A., Cheng, Y., & Sherugar, S. (2016). *Top 10 enduring web-design mistakes*. Nielsen Norman Group. Haettu 12.4.2021 osoitteesta <https://www.nngroup.com/articles/top-10-enduring/>
- Schmutz, S., Sonderegger, A., & Sauer, J. (2017). Implementing recommendations from web accessibility guidelines: a comparative study of nondisabled users and users with visual impairments. *Human factors*, 59(6), 956–972.
- da Silva, A. B. P., da Silva, C. G., & Moraes, R. D. O. (2019). On the use of a continuous accessibility assessment process for dealing with website evolution. Teoksessa *Proceedings of International Conference Interfaces and Human Computer Interaction* (57–64).

- Takala, A. (2021). *"En pysty tekemään itse mitään"* – Helsingin yliopiston suursatsauksena tehty tietojärjestelmä on osalle käyttäjistä painajainen. Helsingin Sanomat. Haettu 26.5.2021 osoitteesta <https://www.hs.fi/kaupunki/helsinki/art-2000007984231.html>
- The U.S. General Services Administration (GSA) Office of Government-wide Policy (OGP), (2020). *IT Accessibility Laws and Policies*. Haettu 29.4.2021 osoitteesta <https://www.section508.gov/manage/laws-and-policies>
- The World Wide Web Consortium (W3C). (1999, 5. toukokuuta). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 1.0*. Haettu 30.4.2021 osoitteesta <https://www.w3.org/TR/WCAG10/>
- The World Wide Web Consortium (W3C). (2008, 5. toukokuuta). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. Haettu 16.4.2021 osoitteesta <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>
- The World Wide Web Consortium (W3C) (2018). Accessibility. Shawn Lawton Henry and Liam McGee, eds. Copyright © 2018 W3C® (MIT, ERCIM, Keio). Haettu 15.4.2021 osoitteesta <https://www.w3.org/standards/webdesign/accessibility>
- The World Wide Web Consortium (W3C). (2018, 5. kesäkuuta). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. Haettu 15.4.2021 osoitteesta <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
- The World Wide Web Consortium (W3C). (2020). Web Accessibility Evaluation Tools List. Haettu 2.5.2021 osoitteesta <https://www.w3.org/WAI/ER/tools/>
- Usability.gov (2021, 13. toukokuuta). Accessibility Basics. Haettu 13.5.2021 osoitteesta <https://www.usability.gov/what-and-why/accessibility.html>
- United States Environmental Protection Agency (2020). What is Section 508? Haettu 29.4.2021 osoitteesta <https://www.epa.gov/accessibility/what-section-508>
- U.S. Department of Health & Human Services (2020). Accessibility @ HHS. Haettu 24.4.2021 osoitteesta <https://www.hhs.gov/web/section-508/index.html>
- U.S. Equal Employment Opportunity Commission (1992). *The Rehabilitation Act of 1973*. Washington, D.C.: U.S. Equal Employment Opportunity Commission. Haettu 15.5.2021 osoitteesta <https://www.eeoc.gov/statutes/rehabilitation-act-1973>

- Vogel, N. (2006). Not Marketing to People with Disabilities? You're Missing Out. Most marketers are ignoring loyal consumer segment that has "sizable spending power". *Advertising Age*, 18.
- Web Accessibility Initiative (WAI) (2016, 6. toukokuuta). *Accessibility, Usability, and Inclusion*. Shawn Lawton Henry, Shadi Abou-Zahra, and Kevin White, eds. Copyright © 2010 W3C® (MIT, ERCIM, Keio). Status: Päivitetty 6. toukokuuta 2016. Haettu 25.4.2021 osoitteesta <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-usability-inclusion/>
- Web Accessibility Initiative (WAI) (2021, heinäkuu). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview. Shawn Lawton Henry, ed. Copyright © 2010 W3C® (MIT, ERCIM, Keio). Status: Päivitetty 29. huhtikuuta 2021. Haettu 29.4.2021 osoitteesta <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>
- World Health Organization (2021a, toukokuu). Assistive products. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Haettu 20.4.2021 osoitteesta <https://www.who.int/activities/integrating-rehabilitation-into-health-systems/assistive-products>
- World Health Organization (2021b, toukokuu). Eye care, vision care, vision impairment and blindness. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Haettu 20.4.2021 osoitteesta https://www.who.int/health-topics/blindness-and-vision-loss#tab=tab_1
- World Health Organization (2021c, toukokuu). Hearing loss. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Haettu 20.4.2021 osoitteesta https://www.who.int/health-topics/hearing-loss#tab=tab_1
- World Health Organization (2021d, toukokuu). Sensory functions, disability and rehabilitation. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Haettu 20.4.2021 osoitteesta <https://www.who.int/teams/noncommunicable-diseases/sensory-functions-disability-and-rehabilitation>