



Verkkosovellusten saavutettavuuden evaluointi

Henna Mäkinen

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2022

Tieto- ja viestintäteknikka
Ohjelmistotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tieto- ja viestintätekniikka
Ohjelmistotekniikka

MÄKINEN, HENNA:
Verkkosovellusten saavutettavuuden evaluointi

Opinnäytetyö 31 sivua
Toukokuu 2022

Opinnäytetyössä tutkittiin perinteisen kirjallisuuskatsauksen avulla, miten verkkosovellusten saavutettavuutta voidaan evaluoida ja mitkä menetelmät ovat siihen kannattavia. Työn tavoitteena oli muodostaa ymmärrettävä kokonaiskuva saavutettavuudesta ja sen evaluointimenetelmistä sekä pohtia, mikä menetelmistä soveltuisi parhaiten saavutettavuuden evaluointiin.

Saavutettavuuden tarkoituksena on mahdollistaa kaikille tasavertainen pääsy digitaalisiin palveluihin mahdollisista toimintarajoitteista huolimatta. Saavutettavuuteen liittyy paljon evaluoinnin kannalta olennaisia käsitteitä sekä aiheita, kuten kohderyhmä, käytettävyys ja WCAG-ohjeistus. Saavutettavuus huomioidaan nykyisin yhä enemmän verkkosovellusten tuotannossa, mutta globaalissa mittakaavassa verkkosovellusten saavutettavuudessa on vielä parantamisen varaa. Aihe on noussut ajankohtaiseksi EU:n direktiivin vaatiessa saavutettavuutta kaikilta julkisen sektorin verkkopalveluilta. Saavutettavuusvaatimusten myötä myös saavutettavuuden evaluoinnista on tullut ajankohtainen aihe.

Saavutettavuuden arviointiin liittyy samankaltaisia vaiheita kuin ohjelmistojen toiminnallisen testaukseen, sillä saavutettavuutta evaluoidessa tulisi olla suunniteltuna tavoitteet, missä vaiheessa ja miten saavutettavuutta arvioidaan sekä miten tulokset dokumentoidaan. Saavutettavuutta voidaan arvioida muun muassa käyttäjätestauksen, heuristisen evaluoinnin, erilaisten tarkistustyökalujen, automaattitestien ja avustavien teknologioiden avulla.

Edellä mainituista saavutettavuuden evaluointimenetelmistä yksikään ei ole yksiselitteisesti kannattavin, sillä sopivan menetelmän valintaan vaikuttavat muun muassa verkkosovelluksen kehitysvaihe, resurssit ja saavutettavuudelle asetetut tavoitteet. Lisäksi monet menetelmistä täydensivät toisiaan, eli kattavan saavutettavuusarvion muodostamiseksi tarvitaan useampaa menetelmää.

Asiasanat: saavutettavuus, evaluointi

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in ICT Engineering
Software engineering

MÄKINEN, HENNA:
Web Accessibility Evaluation

Bachelor's thesis 31 pages
May 2022

The objective of the thesis was to research how web accessibility can be evaluated. The intent was to form an intelligible overall picture of web accessibility evaluation methods and to argue which of the methods is the most suitable for evaluating web accessibility.

Web accessibility enables equal access to digital services for all people regardless of their possible disabilities. There are many accessibility related concepts and themes that are essential to web accessibility evaluation, such as the target audience, usability and WCAG guidelines. Today web accessibility is considered in the production of web applications increasingly, however there is still room for improvement on a global scale. The theme of web accessibility became current as the EU directive begun to require accessibility from all public sector web services.

Assessing web accessibility involves similar steps as functional testing of software. The objectives for accessibility should be set and there must be a plan to evaluate and document the results. Web Accessibility can be evaluated among other things via user testing, heuristic evaluation, various validation tools, automated testing, and assistive technologies.

None of the mentioned web accessibility evaluation methods is unequivocally the most optimal, as the choice of the appropriate method is impacted by development phases, resources and the objectives set for accessibility. In addition, many of the methods complement each other, in other words several methods are needed to form a comprehensive accessibility assessment.

Key words: accessibility evaluation, web accessibility

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO	7
3	SAAVUTETTAVUUS	8
	3.1 Määritelmä	8
	3.2 Käytettävyys.....	8
	3.3 Kohderyhmä.....	9
	3.3.1 Näkövammat	10
	3.3.2 Kuulovauriot	11
	3.3.3 Fyysiset vammat.....	12
	3.3.4 Kognitiiviset häiriöt.....	12
	3.3.5 Ympäristön aiheuttamat häiriöt.....	13
	3.4 Nykytilanne	13
	3.5 Lainsäädäntö	15
	3.6 WCAG.....	16
	3.7 Evaluointi	17
4	EVALUOINTIMENETELMÄT	18
	4.1 Käyttäjättestaus.....	18
	4.2 Heuristinen evaluointi.....	19
	4.3 Automaattitestit	20
	4.4 Tarkistustyökalut.....	20
	4.4.1 W3C Markup Validation Service.....	21
	4.4.2 WebAIM WAVE	22
	4.4.3 Google Lighthouse	24
	4.5 Avustavilla teknologioilla testaus.....	25
5	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	27
	LÄHTEET.....	29

LYHENTEET JA TERMIT

API	Application Programming Interface
HTML	Hyper Text Markup Language
URL	Uniform Resource Locator
W3C	World Wide Web Consortium
WAI	W3C Web Accessibility Initiative
WebAIM	Web Accessibility In Mind
WGAG	Web Content Accessibility Guidelines
WHO	World Health Organization

1 JOHDANTO

Digitalisaation myötä monet välttämättömät palvelut ovat siirtyneet verkkoon mahdollistaen palveluiden vaivattoman ja joustavan saatavuuden laajemmalle ihmisjoukolle (Selovuo 2019). Vaikka siirtymä verkkopalveluihin on mahdollistanut paljon asioita, se on tuonut mukanaan myös haasteita, ja jopa esteitä, erityisesti henkilöille, jotka eivät kykene käyttämään palveluita tavanomaisesti (Gilbert 2019). Tasa-arvoa edistääkseen Euroopan komissio laati saavutettavuusdirektiivin, jotta kaikilla olisi tasavertaiset mahdollisuudet osallistua digitaaliseen yhteiskuntaan. Tämän 2016 voimaan tulleen direktiivin myötä saavutettavuus on ollut viime vuosina ajankohtainen aihe. (Euroopan komissio 2022). Myös saavutettavuuden evaluoinnin voidaan todeta olevan ajankohtaista, sillä erityisesti direktiivin ja lakimuutoksen myötä verkkosovellusten saavutettavuusvaatimukset tulisi todentaa.

Saavutettavuuden todentamiseksi on olemassa monia menetelmiä, esimerkiksi W3C listasi yli 100 verkkosovellusten saavutettavuuden tarkistustyökäluä. Kokonaiskuvan hahmottaminen kaikista arviointimenetelmistä voi olla haastavaa niiden määrästä ja monimuotoisuudesta johtuen. Lisäksi erilaiset menetelmät ovat hyviä erityyppisten ongelmien havaitsemiseen, minkä takia sopivien menetelmien löytäminen ei ole kovin yksiselitteistä. (Bai et al. 2019).

Opinnäytetyön aiheeksi valikoitui verkkosovellusten saavutettavuuden evaluointi aiheen ollessa ajankohtainen direktiivin ja digitalisaation myötä. Lisäksi evaluointimenetelmistä saa hyvän tutkimuskohteen niiden määrän ja monimuotoisuuden vuoksi. Työn tutkimuskysymyksiksi muodostuukin ”Miten verkkosovelluksen saavutettavuutta voidaan evaluoida?” ja ”Miten verkkosovelluksen saavutettavuutta kannattaa evaluoida?”. Lisäksi työssä käsitellään saavutettavuutta ja siihen liittyviä käsitteitä evaluoinnin kannalta tarpeellisilta osilta.

2 TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO

Tämän opinnäytetyö on toteutettu perinteisenä kirjallisuuskatsauksena. Tutkielman aineistoa on etsitty kirjoista, artikkeleista ja virallisista asiakirjoista sekä tiedotteista. Aineisto on pääosin koottu Tampereen korkeakoulu yhteisön Andor-hakupalvelun sekä Google Scholar-hakupalvelun avulla. Täydentävästi tietoa on etsitty myös muun muassa viranomaisten sivustoilta ja palveluiden omilta verkkosivustoilta.

Aineiston etsinnässä on käytetty pääasiallisesti taulukon 1 mukaisia suomenkielisiä sekä englanninkielisiä hakutermejä ja näihin liittyvää avainsanostoa. Opinnäytetyön edistyessä hakutermit on muokattu ja tarkennettu tarpeen mukaan.

TAULUKKO 1. Aineiston suomen- ja englanninkieliset hakutermit

Suomenkieliset termit	Englanninkieliset Termit
- Saavutettavuus	- Web Accessibility
- Esteettömyys	- Accessibility
- Saavutettavuuden evaluointi	- Accessibility evaluation
- Saavutettavuustestaus	- Accessibility testing
- Saavutettavuustyökalut	- Accessibility tools
- Saavutettavuuslaki	- Accessibility directive
- Saavutettavuusdirektiivi	

Aineistoon valittavia artikkeleita ja teoksia ei päädytty rajaamaan julkaisuvuoden perusteella, sillä monet käsitteet eivät ole juurikaan muuttuneet vuosien varrella ja vanhempikin kirjallisuus tarjosi nykypäiväänkin sopivia näkökulmia asioihin. Lisäksi saavutettavuus on ollut ajankohtaisena aiheena vasta muutaman vuoden, minkä vuoksi vertaisarvioitua tietoa vaikutti olevan tarjolla rajallisesti.

3 SAAVUTETTAVUUS

3.1 Määritelmä

Saavutettavuus on terminä moniselitteinen, sillä sitä voidaan esimerkiksi käyttää synonyyminä esteettömyydelle, jolla tarkoitetaan erilaisten ihmisten huomioimista fyysisessä ympäristössä, kuten esimerkiksi rakennusten ja joukkoliikenteen suunnittelussa ja toteutuksessa. Nykyisin saavutettavuudella viitataan kuitenkin yleisemmin esteettömyyteen erityisesti digitaalisessa ympäristössä. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2022).

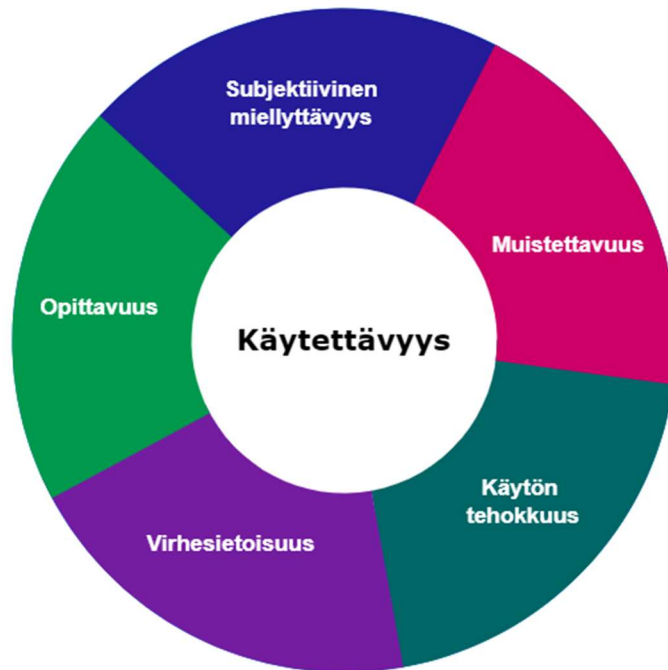
Digitaalisen ympäristön, kuten verkkosovelluksen, ollessa saavutettava kaikki ihmiset pystyvät ymmärtämään, havaitsemaan, navigoimaan ja vuorovaikuttamaan palvelun sisällön kanssa mahdollisista toimintarajoitteista huolimatta (Harper & Chen 2011). Tässä dokumentissa saavutettavuudella viitataan erityisesti verkkosovellusten saavutettavuuteen.

3.2 Käytettävyys

Käsiteltäessä verkkosovellusten saavutettavuutta käsitellään myös osin käytettävyyttä, sillä saavutettavuuden ja käytettävyyden määritelmät ovat limittäiset. Käytettävyydellä tarkoitetaan miten helposti verkkosovelluksen käyttäminen ja toimintojen löytäminen onnistuu, eli saavutettavuuden voidaan ajatella olevan käytettävyyttä käyttäjille, joilla on toimintarajoitteita. (Selovu 2019). Verkkosovellusten käyttäminen on nykyisin rutiininomaista, mikä on johtanut siihen, että käyttäjien toleranssi huonosti toimivia tai vaikeasti käytettäviä palveluja kohtaan on alhaisempi kuin aikaisemmin ja huono käytettävyys saattaa koitua jopa liiketoiminnan kohtaloksi (Nielsen & Loranger 2006).

Nielsenin (1994) mukaan on tärkeä ymmärtää, että käytettävyys ei ole yksiulotteinen verkkosovelluksen käyttöliittymän ominaisuus, vaan se koostuu useasta ominaisuudesta, jotka yhdessä muodostavat käytettävyyden käsitteen. Verkkosovelluksen käytettävyys on moniulotteinen käsite, joka koostuu useasta ominaisuudesta, jotka yhdessä muodostavat käytettävyyden käsitteen. Verkkosovelluksen käytettävyys on moniulotteinen käsite, joka koostuu useasta ominaisuudesta, jotka yhdessä muodostavat käytettävyyden käsitteen.

sovelluksen käytettävyys, kuten kuviossa 1 on esitetty, muodostuu opittavuudesta, käytön tehokkuudesta, muistettavuudesta, virhesietoisuudesta ja subjektiivisesta miellyttävyydestä (Nielsen 1994).



KUVIO 1. Käytettävyyden komponentit

Käytävyyden ominaisuuksista opittavuudella tarkoitetaan sitä, kuinka nopeasti käyttäjä oppii suorittamaan tarkoituksen mukaisia asioita sovelluksella. Käytön tehokkuus puolestaan implikoi kuinka paljon käyttäjän produktiivisuutta sovelluksen käyttö nostaa käyttäjän opittua käyttämään sitä. Muistettavuudella tarkoitetaan helppoutta palata käyttämään sovellusta tauon jälkeen ja virhesietoisuudella sovelluksen käytön aikana tehtävien virheiden määrä sekä niistä toipumisen mahdollisuutta. Subjektiiivinen miellyttävyys on käytettävyyden ominaisuuksista abstraktein sen tarkoittaessa käyttäjän sovelluksen käyttökokemuksen mielekkyyttä kyseiselle käyttäjälle. (Nielsen 1994).

3.3 Kohderyhmä

Saavutettavuuden evaluoinnin kannalta on oleellista tietää kohderyhmä, eli keitä varten saavutettavuus on, jotta lopputulos palvelisi mahdollisimman hyvin tätä kohderyhmää. Kuten saavutettavuuden termiä määriteltäessä todettiin, saavutettavuus on tarkoitettu ensisijaisesti erilaisten toimintarajoitteiden kanssa eläville henkilöille, mutta kaikki toimintarajoitteet eivät aina vaikeuta verkkosovellusten

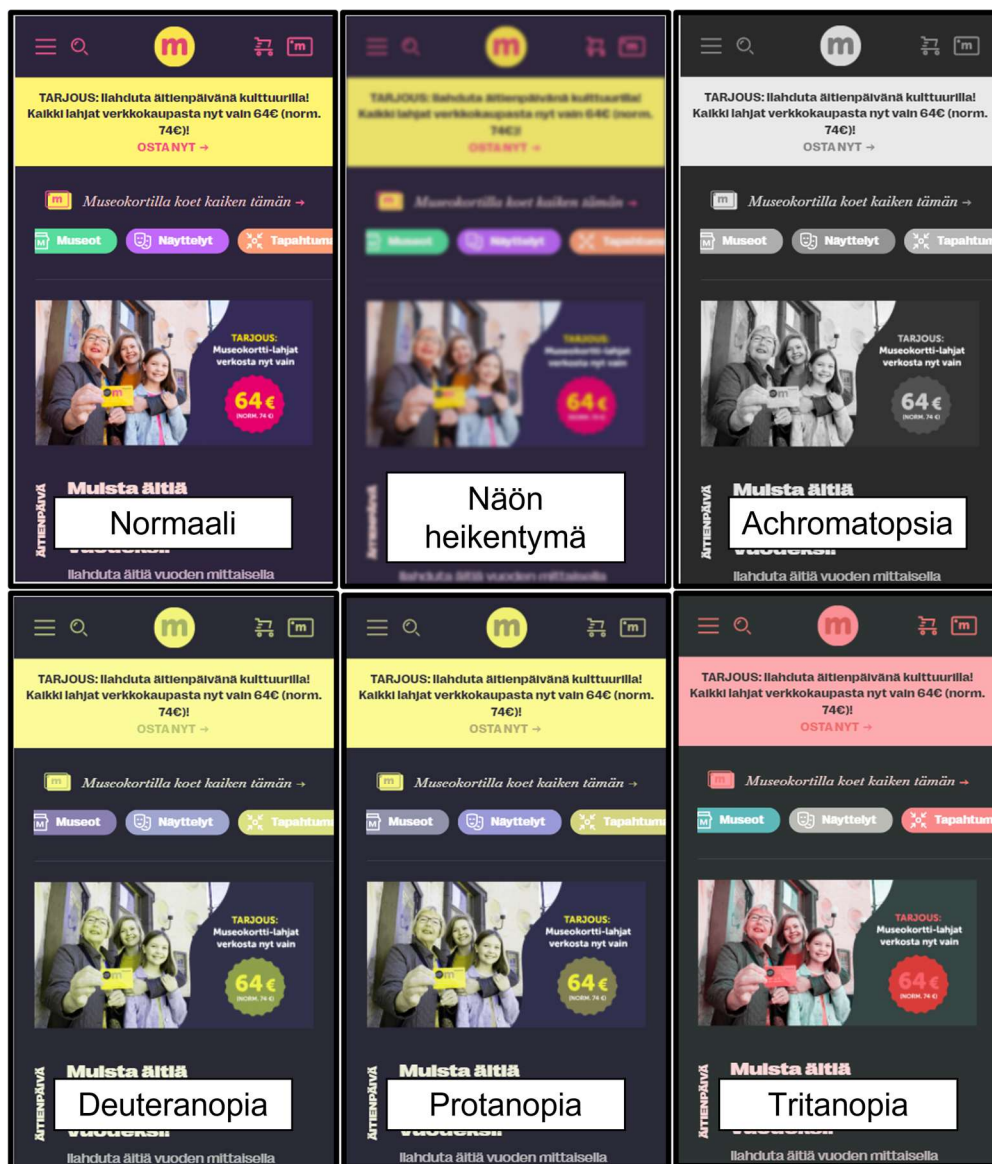
käyttöä. Kysymys on enemmän siitä, onko käyttäjällä jokin rajoite, joka vaikeuttaa perinteisten tietokoneiden ja mobiililaitteiden syötemenetelmien tarkoituksenmukaista käyttöä. (Nielsen 1999).

Puhuttaessa ketkä ovat saavutettavuuden kohderyhmää ajatellaan usein ensimmäisenä sokeita henkilöitä, jotka ovat hyvin ilmeinen, mutta pieni osuus kaikista ihmisistä, joita saavutettavuus koskee (Selovuo 2019). Toimintarajoitteita on kuitenkin monenlaisia, kuten motoriset, kognitiiviset, kuulo- sekä näkövammata, ja monet näistä vaikeuttavat rajoitteiden kanssa elävien henkilöiden asiointia verkkopalveluissa (Schmutz et al. 2016). WHO:n (2021) mukaan noin 15 % maailman väestöstä elää jonkinlaisen toimintarajoitteen kanssa.

Eryteisesti verkkosovellusten käyttöä vaikeuttavia rajoitteita käsiteltäessä toimintarajoitteet voidaan jakaa pääasiallisesti neljään kategoriaan: näkövammata, kuulovauriot, fyysiset vammat ja kognitiiviset häiriöt. Kategorioiden rajoitteiden lisäksi myös sovelluksen käyttöympäristö saattaa aiheuttaa käyttäjille väliaikaisia rajoitteita. (Kalbag 2017). Verkkosovelluksia, ja yleensä tietokoneita, käyttääkseen nämä kohderyhmät saattavat käyttää avustavia teknologioita, kuten näytönluki-joita tai pistekirjoitusnäyttöjä, perinteisten syöte- ja navigointimenetelmien sijasta (Regan et al. 2006).

3.3.1 Näkövammata

Näkövammoiksi voidaan luokitella valtava määrä erilaisia näkökykyyn liittyviä häiriöitä ja vammoja, kuten esimerkiksi hyvin yleisesti esiintyvät likinäköisyys, kaukonäköisyys ja hajataitto. Näkövammata vaikuttavat kaikkeen, mitä näemme verkkosovelluksessa aina väreistä elementtien ja tekstien kokoon asti. (Kalbag 2017). Kuvassa 1 on emuloitu heikentyneen näön ja erilaisten värisokeuksien vaikutuksia sivuston käyttöliittymään.



KUVA 1. museot.fi -sivusto erilaisten visuaalisten rajoitteiden näkökulmasta

Näkövammaisilla henkilöillä on monenlaisia apuvälineitä ja keinoja tietokoneen sekä mobiililaitteiden, ja näin ollen myös verkkosovellusten, käyttämiseksi. Usein käytössä ovat mm. ruudunlukijat, elementtien suurennus ominaisuudet ja käänteiset värit. (Näkövammaisten liitto 2022).

3.3.2 Kuulovauriot

Kuulovauriot voivat olla synnynnäisiä tai vaikka iän, sairauden tai tapaturman aiheuttamia. Verkkosovellukset ovat usein kuulovaurion kanssa elävälle henkilölle helpompi tapa asioida, sillä verkossa asiointi vaatii usein enemmän kykyä nähdä kuin kuulla. Kasvokkain tai puhelimesa asiointi voi olla keskustelun kannalta

haastavaa kuulovammaiselle vuorovaikutuksen perustuessa enimmäkseen ihmisen kykyyn kuulla. Tämän takia verkkosovellukset ovat monelle kuulovammaiselle erittäin arvokas työkalu. Verkkosovellusten sisällöissä voi kuitenkin olla videoita tai ääniä, jotka jäävät saavuttamattomiin kuulovaurion omaavilta henkilöiltä, mikäli vaihtoehtoisia sisällön esitystapoja ei ole. (Kalbag 2017).

3.3.3 Fyysiset vammat

Fyysisiin vammoihin voidaan sisällyttää kaikki vaivat, jotka aiheuttavat kipua tai vaikuttavat muuten henkilön lihaksiston hallintaan ja liikkuvuuteen. Tällaisia vammoja ovat esimerkiksi erilaiset rasitusvammat, halvaantuminen, nivelvaivat ja lihaksiston rappeutuminen. (Kalbag 2017).

Usein fyysiset vammat tuovat mukanaan motorisia ongelmia, jotka voivat vaikeuttaa tai jopa estää käyttäjän vuorovaikutuksen verkkosovelluksen kanssa. Fyysisen vamman omaavalle henkilölle esimerkiksi perinteisten syötemenetelmien, kuten hiiren, näppäimistön tai kosketuslevyn käyttö voi olla hankalaa tai jopa mahdotonta. Mikäli verkkosovellus ei tarjoa vaihtoehtoisia tapoja suorittaa toimintoja, saattaa palvelu jäädä kohderyhmän saavuttamattomiin. (Yesilada & Harper 2008). Lisäksi fyysisen vamman omaavalla henkilöllä on usein hitaampi vasteaika, jolloin tietyllä hetkellä vuorovaikutusta vaativat käyttöliittymät, erityisesti peleissä ja animaatioissa, voivat johtaa sisällön saavuttamattomuuteen. (Kalbag 2017).

3.3.4 Kognitiiviset häiriöt

Kognitiivisia häiriöitä on olemassa monenlaisia ja tasoisia, mutta erityisesti verkkosovellusten käyttöön vaikuttavia häiriöitä ovat sellaiset häiriöt, jotka vaikeuttavat sisällön ymmärtämistä. Sisällön ymmärtämistä vaikeuttavat sairaudet ja vaivat liittyvät usein muistiin, keskittymiskykyyn, ongelman ratkaisuun sekä tekstien ja kuvien prosessointiin. (Kalbag 2017).

Kognitiivisten häiriöiden kanssa elävien henkilöiden verkkosovellusten käytön esteenä voi olla monimutkainen tai hämmentävä navigoinnin ja sisällön rakenne. Kognitiivisesti rajoittuneiden henkilöiden kannalta verkkosovellusten selkeästi jäsenneily ja johdonmukainen sisältö sekä ennakoitava käyttäytyminen on ensiarvoisen tärkeää. (Dowden & Dowden 2019).

3.3.5 Ympäristön aiheuttamat häiriöt

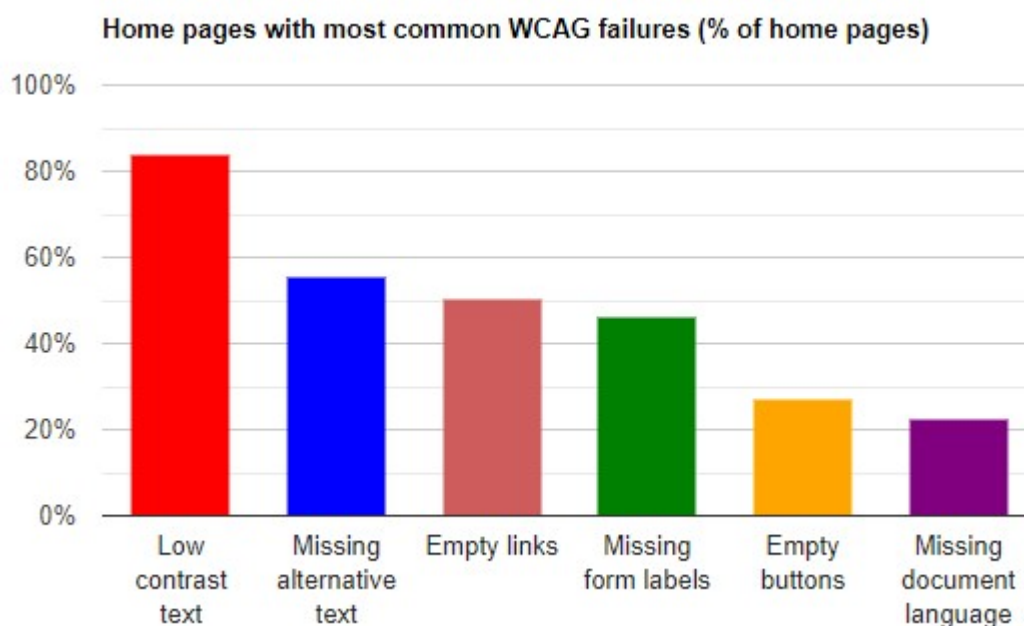
Vaikka saavutettavuus on erityisen tärkeää pysyvien toimintarajoitteiden kanssa eläville käyttäjille, se parantaa usein käytettävyyttä myös muille käyttäjille. Tavalliset käyttäjät kohtaavat usein samankaltaisia ongelmia, kuin rajoitteiden kanssa elävät henkilöt, mutta heillä ongelmat vaikuttavat vähemmän sovelluksen käyttöön. (Schmutz et al. 2016).

Ympäristöstä löytyy monia verkkosovellusten käyttöön vaikuttavia tekijöitä, kuten esimerkiksi valaistus, melu, käytettävät laitteet ja verkkoyhteys, jotka saattavat johtaa samankaltaisiin ongelmiin, kuin mitä toimintarajoitteiden kanssa elävät henkilöt kohtaavat sovelluksia käyttäessään. (Kalbag 2017). Usein verkkosovellusten käytettävyyttä paranee ja ympäristö aiheuttaa vähemmän haittaa sovellusten käytölle, jos verkkosovellusten kehityksessä huomioidaan erilaiset toimintarajoitteet. Esimerkiksi liiallinen valaistus saattaa vaikeuttaa näytön lukua ja näin ollen sovelluksen käyttöä. Mikäli esimerkkitilanteessa sovelluksen sisällöllä ja taustalla on riittävä kontrasti, helpottaisi se sisällön tulkitsemista kyseisessä tilanteessa. Lisäksi riittävä kontrasti helpottaisi sovelluksen käyttöä myös värisokeille käyttäjille.

3.4 Nykytilanne

Viime vuosina verkkosovellusten saavutettavuuteen on panostettu enemmän kuin aikaisemmin ja yhä useammat palvelut ovat hyvin saavutettavia (Gilbert 2019). Syitä tähän voi olla monia, kuten uudet voimaan tulleet lait ja direktiivit, jotka vaativat toimijoita tekemään verkkopalveluista saavutettavia, tai yksinkertaisesti halu edistää tasa-arvoa.

Vaikka verkkosovellusten saavutettavuus on parantunut viime vuosina, ainakin globaalisti parannettavaa riittää. Vuonna 2022 WebAIM-organisaatio evaluoi miljoonan suosituimman kotisivun saavutettavuutta. Tutkimuksen tulokset tarjoavat yleiskatsauksen ja käsityksen saavutettavuuden nykytilasta ja trendeistä. (WebAIM 2022b). Kuviossa 2 on esitetty prosentuaalisesti, kuinka moni miljoonasta evaluoidusta kotisivusta sisältää kuusi yleisintä evaluoinneissa esiintynyttä saavutettavuusongelmaa.



KUVIO 2. Yleisimmät saavutettavuusongelmat WebAIM Million -tutkimuksessa (WebAIM 2022b)

Kuten kuviosta voidaan todeta, yli 80 %:lla kotisivuista oli taustan ja tekstin kontrastiin liittyviä ongelmia (Low contrast text), yli puolella arvioiduista sivuista kuvien vaihtoehtoisia tekstejä puuttui (Missing alternative text) ja noin puolella oli kuvauksettomia linkkejä (Empty links). Lisäksi usein kotisivut sisälsivät otsikottomia syötekenttiä (Missing form labels), painikkeita ilman tekstimuotoista kuvausta (Empty buttons) tai sivuston sisällön kieli oli määrittelemätön (Missing document language). (WebAIM 2022b). Tuloksista voidaan päätellä saavutettavuudessa olevan parannettavaa vielä tulevinakin vuosina, vaikka tutkimus suoritettiin tarkistustyökalujen avulla, jotka eivät ota kontekstia tai poikkeuksia saavutettavuudessa huomioon.

3.5 Lainsäädäntö

Euroopassa saavutettavuuden ja tätä kautta tasa-arvon edistämiseksi on laadittu direktiivejä sekä lakeja. Vuonna 2016 voimaan tuli julkisen sektorin elinten digitaalisen palveluita koskeva Euroopan parlamentin ja neuvoston laatima direktiivi, EU 2016/2102, jossa näille palveluille asetetaan vähimmäisvaatimukset saavutettavuudelle ja vaatimusten valvonnalle. Direktiivin olisi pitänyt panna toimeen kansallisesti 23.9.2018 mennessä, mutta vasta 2019 Suomessa eduskunta hyväksyi uuden digipalvelulain (306/2019) direktiivin toimeenpanemiseksi. (Pakarinen 2019).

Saavutettavuuden ollessa hyvin monimuotoinen aihe, sille ei ole määritelty ehdottomia kriteerejä, joista voisi helposti sanoa onko jokin asia saavutettava vai ei. Tämän takia myöskään uudessa digipalvelulaissa ei ole määritelty selkeitä ehtoja saavutettavuuden toteutamiselle. (Selovuo 2019). Digipalvelulain mukaan julkisen sektorin digitaalisten palveluiden tulisi täyttää teknisesti ja sisällöllisesti kansainvälisen Web Content Accessibility Guidelines 2.1 -ohjeistuksen A- ja AA-tason kriteerit (Aluehallintovirasto 2022). Vaikka yleisesti sanotaankin, että laki vaatii WCAG 2.1 -ohjeistuksen AA-tason saavutettavuutta, todellisuudessa saavutettavuus direktiivissä vaaditaan yhteisen eurooppalaisen standardin EN 301 549 V1.1.2 mukaista saavutettavuutta, mutta käytännössä kyseisen standardin ohjeistukset ovat lähes samat kuin WCAG 2.1 -ohjeistuksen AA-taso (Selovuo 2019).

Laki vaatii standardin mukaisen saavutettavuuden lisäksi palveluilta saavutettavuusselostetta sekä saavutettavuuspalautekanavaa. Saavutettavuusselosteessa tulee olla arvio palvelun ja sen sisällön saavutettavuudesta sisältäen selvitykset mahdollisista puutteista saavutettavuudessa. Lisäksi selosteessa tulee löytyä tieto, miten palvelun saavutettavuudesta voidaan antaa palautetta. (Aluehallintovirasto 2022). Nykyisin saavutettavuusselosteen tulee olla saatavilla lain mukaisen organisaatioien palveluissa, mutta vuosien 2019 ja 2021 välillä näillä palveluilla oli siirtymä aika perustuen palvelun julkaisu vuoteen (Selovuo 2019).

3.6 WCAG

Verkkosivustojen saavutettavuudesta puhuttaessa on tärkeää tietää, minkälainen on saavutettava sivusto, jotta sivuston saavutettavuus voidaan evaluoida ja todentaa. Pelkkä saavutettavuuden määritelmä ei kerro konkreettisesti minkälainen on hyvin saavutettava sivusto tai miten se toteuttaa. Tämän takia saavutettavuuden toteutuksen ja evaluoinnin avuksi on kehitetty WCAG-ohjeistus, jonka avulla sivustojen saavutettavuutta voidaan kehittää. (Panda & Chakravarty 2020). Lisäksi on olemassa monia muita käytäntöjä, suosituksia sekä standardeja, mutta WCAG laajimmin tunnettu ja hyväksytty, ja se toimii pohjana monien valtioiden omille laeille ja standardeille (Rothberg 2018).

World Wide Web Consortiumin (W3C) julkaisemat Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) -ohjeet määrittelevät tavoitteet esteettömän digitaalisen sisällön luomiselle. Ohjeistuksessa saavutettavuuden perustavoitteet on kategorisoitu neljään kategoriaan, havaittava, hallittava, ymmärrettävä sekä toimintavarma. (Rothberg 2018). Kategorioille on määritelty onnistumiskriteerit tavoitteiden toteutumisen todentamiseksi. Lisäksi onnistumiskriteereille on koottu ohjeita, tekniikoita sekä esimerkkejä, joiden avulla verkkosivustot voivat täyttää kyseiset kriteerit.

Onnistumiskriteereille on laadittu myös luokitus (A, AA tai AAA), jonka avulla voidaan kertoa, kuinka laajasti ohjeita on noudatettu. A-luokka vastaa ohjeistuksessa niin sanottua minimitasoa saavutettavuudelle, ja AAA puolestaan tarkoittaa, että kaikkia saavutettavuus kriteerejä on noudatettu. Taulukossa 2 on esitelty WCAG 2.1 ohjeistuksen kategorioihin kuuluvat ohjeet ja niiden sisältämien saavutettavuus kriteerien luokitukset. Esimerkiksi taulukosta nähdään, että ”havaittava”-kategorian alla oleva aikasidonnainen media -ohje sisältää kriteerejä kaikista saavutettavuus luokista.

TAULUKKO 2. WCAG 2.1 ohjeistuksen kriteeriluokitukset

		A	AA	AAA
Havaittava	Tekstivastineet	●		
	Aikasidonnainen media	●	●	●
	Mukautettava	●		
	Erottuva	●	●	●
Hallittava	Käytettävissä näppäimistöltä	●		●
	Tarpeeksi aikaa	●		●
	Sairauskohtaukset	●		●
	Navigoitava	●	●	●
	Syötetävät	●		●
Ymmärrettävä	Luettava	●		●
	Ennakoitava	●	●	●
	Syötteen avustaminen	●	●	●
Toimintavarma	Yhteensopiva	●		

3.7 Evaluointi

Verkkosovellusten toiminnallisen testauksen aikana testataan ja arvioidaan kuinka hyvin toteutettu toiminto vastaa vaatimusmäärittelyyn määriteltyä ominaisuutta. Saavutettavuutta testattaessa ja evaluoidessa toteutusta verrataan verkkosovellukselle asetettuihin vaatimuksiin sekä saavutettavuusstandardeihin, kuten WCAG. (Palani 2019). Ennen evaluointia pitää tehdä päätös saavutettavuudelle asetettavista tavoitteista ja vaatimuksista. Lisäksi, kuten toiminnallisessakin testauksessa, saavutettavuutta arvioidessa tulee olla myös suunnitelma, mitä arvioidaan, missä kohtaa kehitystä, miten arviointi suoritetaan ja miten tulos dokumentoidaan.

Ideaalitilanteessahan verkkosovelluksen saavutettavuus todennetaan kaikilla laitteilla ja teknologioilla, mutta realistisesti evaluointi voidaan suorittaa vain rajallisella määrällä laitteita ennen verkkosovelluksen julkaisua. Tästä syystä suunniteltaessa saavutettavuustavoitteiden todentamista on tärkeää päättää millä menetelmillä saavutettavuuden evaluointi suoritetaan. (Kalbag 2017). Menetelmiä valittaessa tulisi huomioida muun muassa missä vaiheessa tuotantoprosessia kyseistä menetelmää voidaan käyttää ja miten se soveltuu käytettäväksi muiden saavutettavuutta evaluoivien menetelmien kanssa.

4 EVALUOINTIMENETELMÄT

4.1 Käyttäjätestaus

Monille sovelluskehittäjille on epäselvää, kuinka rajoituksia omaavat käyttäjät vuorovaikuttavat verkkosovellusten kanssa. Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että kehittäjillä on ongelmia ymmärtää saavutettavuusohjeita. Tämän takia verkkosovelluksen saavutettavuutta evaluoidessa on tärkeää ottaa huomioon loppukäyttäjän näkökulma, eli se miten loppukäyttäjä on vuorovaikutuksessa sovelluksen kanssa. (Henka & Zimmermann 2014). Käyttäjätestaus on evaluointi menetelmä lähimpänä todennukaista käyttötilannetta, sillä testauksen suorittavat palvelun kohderyhmään kuuluvat henkilöt. Käyttäjätestauksen avulla pystytäänkin varmistamaan sovelluksen hyvä saavutettavuus. (Bai et al. 2018).

Käyttäjätestauksessa kohderyhmää edustavia henkilöitä pyydetään suorittamaan verkkosovellukselle asetettuihin saavutettavuustavoitteisiin perustuvia tehtäviä. Varhaisten suunnitelmien ja prototyyppien testaus voi olla mahdollista tavallisten käyttäjien kanssa, mutta usein rajoitteiden kanssa elävien henkilöiden on vaikea vuorovaikuttaa varhaisten prototyyppien kanssa (Kalbag 2017). Tästä johtuen käyttäjätestaus soveltuu käytettäväksi parhaiten verkkosovelluksen tuotannon loppupuolella.

Lopputulokset käyttäjätestauksessa perustuu pääasiassa käyttäjien kokemuksiin ja kommentteihin. Tämän seurauksena käyttäjätestaus kertoo palvelun tilasta yleensä perustuen jo olemassa oleviin ominaisuuksiin, ei sen mukaan, mikä voisi olla mahdollista. Vakavien verkkosovelluksen käyttöä haittaavien suunnitteluvirheiden havaitseminen onnistuu hyvin käyttäjätestauksen avulla, mutta kaikkia ongelmia ei kuitenkaan havaita käyttäjätestauksella ja jotkin huomaamatta jääneistä ongelmista voivat olla vakavia ja kalliita korjata. Esimerkiksi ongelman lyhyt vaikutusaika tai liian vähäinen toistuvuus saattaa johtaa siihen, että testausta suorittaneet käyttäjät eivät ole havainneet ongelmaa. Lisäksi käyttäjät saattavat suorittaa testauskenaarion tehtävistä virheistä ja ongelmista huolimatta, jolloin ongelmat saattavat jäädä huomiotta. (Tan et al. 2009). Lisäksi saavutettavuuden

käyttäjätestauksessa saattaa muodostua ongelmaksi löytää tarpeeksi erilaisten toimintarajoitteiden kanssa eläviä henkilöitä (Alsaeedi 2020).

4.2 Heuristinen evaluointi

Yksinkertaisesti kuvattuna heuristisessa evaluoinnissa toteutusta peilataan olemassa oleviin tavoitteisiin, sääntöihin tai ohjeistuksiin, eli heuristiikkaan (Kalbag 2017). Vertailua suorittavat evaluoijat käyttävät heuristiikkaa arvioidakseen mahdollisia ongelmia sen mukaan, kuinka vakavia ne ovat tai kuinka nopeasti ongelmat täytyy poistaa (Petrie & Bevan 2009).

Heuristinen evaluointi liitetään usein käytettävyyteen ja sen arvioimiseen, mutta samaa menetelmää voidaan hyödyntää myös saavutettavuuden evaluoinnissa. Käyttämällä saavutettavuusheuristiikkaa verkkosovelluksen arvioinnissa evaluoijat ottavat huomioon suuremman valikoiman erityisesti saavutettavuutta koskevia tarpeita. Käsittelemällä tarkasti tällaisessa arvioinnissa havaittuja ongelmia suunnittelijat voivat varmistaa, että sivusto on paremmin saavutettavissa suuremmalle ja monipuolisemmalle yleisölle. (Paddison & Englefield 2004).

Heuristisessa evaluoinnissa on syytä kiinnittää huomiota evaluojien valintaan, sillä mm. evaluojien koulutus, kokemus ja tuntemus vaikuttavat evaluoinnin lopputulokseen (Hvannberg et al. 2007). Usein evaluoinnin luotettavuuden ja kattavuuden parantamiseksi suositellaan valittavaksi useampaa evaluoijaa, joilla jokaisella on eritasoinen tietämys saavutettavuudesta ja kohderyhmien erityistarpeista (Orozco et al. 2016).

Heuristinen evaluointi on nopea tapa päästä alkuun verkkosovellusten saavutettavuuden arvioinnissa, sillä evaluoinnin pystyy tekemään jo suunnitteluvaiheessa. (Kalbag 2017). Lisäksi heuristisen evaluoinnin avulla havaitaan usein enemmän ongelmia ja niiden juurisyitä, kuin esimerkiksi käyttäjätestauksen avulla, sillä asiantuntijat osaavat yleensä analysoida verkkosovellusta kokonaisvaltaisemmin (Tan et al. 2009).

4.3 Automaattitestit

Automaattinen testaus on myös yksi mahdollisista keinoista arvioida verkkosivuston saavutettavuutta. Automaattitestien avulla voidaan varmistaa helposti, onko sivuston koodi standardien mukaista. Automaattitestien sisällyttäminen erityisesti koodin käyttöönottoprosessiin on kannattavaa, sillä niiden avulla voidaan havaita ongelmia paljon ennen verkkosovelluksen tuotantovalmiutta. (Kalbag 2017).

Automaattista testausta voidaan hyödyntää verkkosovelluksen kehitys- ja testausvaiheessa, sillä automaattitesteillä voidaan mm. tarkistaa koodin syntaksi ja auditoida verkkosovelluksen saavutettavuutta tarkistustyökaluin. Automaattitestaukseen voidaan käyttää esimerkiksi Selenium WebDriverin kaltaisia viitekehyksiä, joiden avulla on mahdollista kirjoittaa ja ajaa erilaisia testejä selaimissa. (Palani 2019).

Automaattinen testaus on hyvin tehokas tapa arvioida verkkosovelluksen saavutettavuutta koneen suorittaessa testit paljon ihmisen suorittamaa manuaalista testausta nopeammin (Kalbag 2017). Kaikkea saavutettavuustestausta ei kuitenkaan voida automatisoida Seleniumin kaltaisilla työkaluilla, sillä käyttäjien kokemus saavutettavuudesta jää puuttumaan kokonaan ja automaattitestit eivät ymmärrä ratkaisujen tarkoitusperiä (Palani 2019).

4.4 Tarkistustyökalut

Saavutettavuuden evaluointiin on olemassa myös monia pikatestaustyökaluja, joiden avulla voidaan havaita käytettävyyys- ja saavutettavuusongelmia. Näitä tarkistustyökaluja voidaan käyttää verkkosovelluksen tuotantoprosessin aikana yleisten saavutettavuusongelmien välttämiseksi. (Kalbag 2017).

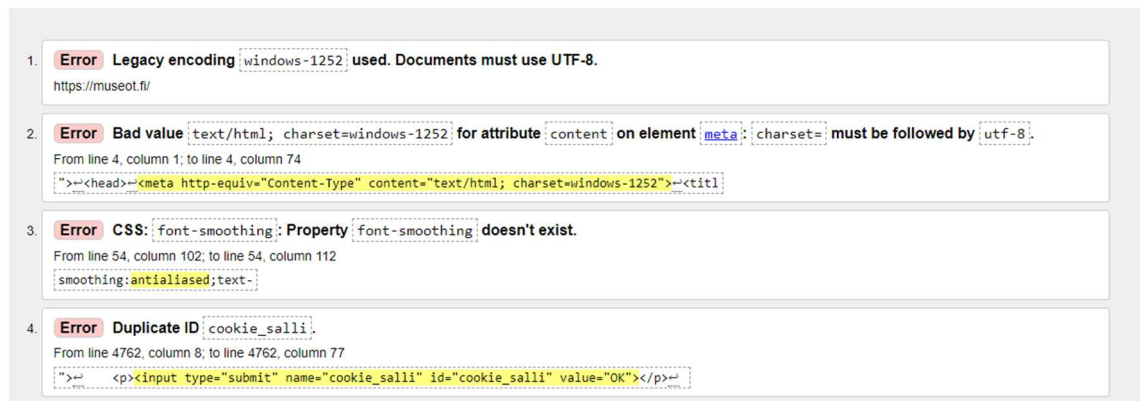
Tarkistustyökaluja on olemassa hyvin monenlaisia, kuten kontrastin tarkistukseen, merkintäkielen validointiin ja yleisesti verkkosovelluksen saavutettavuuden arviointiin. Koska erilaisia tarkistustyökaluja erilaisten saavutettavuus ongelmien todentamiseksi on olemassa hyvin paljon, ei ole mahdollista suorittaa tarkempaa tarkastelua niistä jokaiselle. WC3 Markup Validation Service, WebIAM WAVE ja

Google Lighthouse valikoituivat tarkasteluun, sillä kyseiset työkalut olivat mainittu useassa aineiston artikkelissa tai kirjassa. WC3 Markup Validation Service edustaa merkintäkieliä validoivia tarkistustyökaluja ja WAVE sekä Lighthouse yleisesti saavutettavuutta arvioivia työkaluja.

4.4.1 W3C Markup Validation Service

Saavutettavaa verkkosovellusta rakennettaessa ensimmäiseksi tulisi varmistaa koodin syntaksin kelvollisuus. Mahdolliset virheet koodin syntaksissa saattavat johtaa siihen, että selaimet ja erilaiset apuvälineet eivät pysty tulkitsemaan sisältöä, näyttämään asettelua tai käyttäjän käytettävissä olevia valintoja oikein. Tarkistustyökalujen avulla pystytään eliminoimaan hyvin tämän tyyppisiä ongelmia. (Dowden & Dowden 2019).

W3C:n kehittämän Markup Validation Servicen avulla voidaan tarkistuttaa verkkosovelluksen merkintäkielen ”kielioppi”, eli voidaan esimerkiksi tarkistaa useimpien merkintäkielten syntaksin sääntöjen mukaisuus (W3C 2022). Palvelulle syötetään merkintäkielellä kirjoitettu sisältö URL-osoitteena, tiedostona tai suoraan kopioimalla ja liittämällä sisältö tekstialueelle, jonka jälkeen palvelu palauttaa sisällöstä löytyneet virheet ja varoitukset listana (Dowden & Dowden 2019). Palvelu ilmoittaa esimerkiksi, jos lainausmerkit ovat unohtuneet, vaadittuja attribuutteja puuttuu tai, jos käytössä on elementtejä tai attribuutteja, jota ei todellisuudessa ole olemassa (Kalbag 2017). Kuvassa 2 on esitetty W3C Markup Validation Servicen tuottama raportti esimerkkinä käytetyn museot.fi-sivuston HTML-sisällölle.



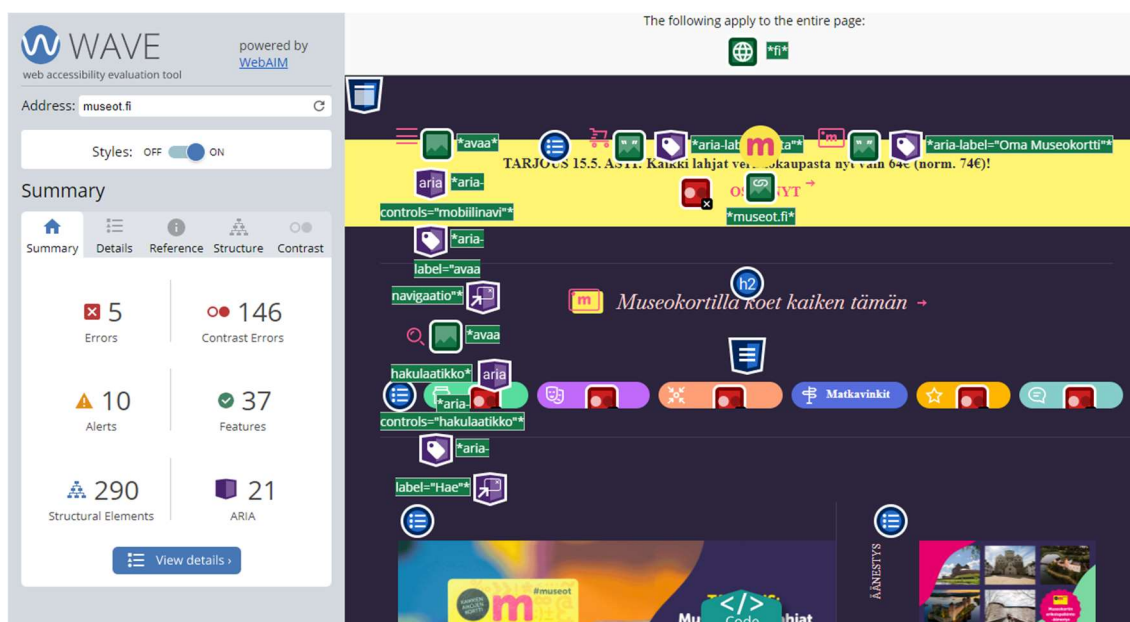
KUVA 2. W3C Markup Validation Servicen tulos museot.fi-sivustolle

Vaikka Markup Validation Service ei suoraan ota kantaa saavutettavuuteen, tarkistaa se HTML-sisällön syntaksin. Sisällön syntaksin ollessa sääntöjen mukaista myös erilaiset apuvälineet osaavat tulkita ja esittää sivuston oikein. Tulos vaatii kuitenkin tulkitsemista, sillä validointipalvelu ei ota kantaa poikkeuksiin, jotka voivat olla hyvin perusteltuja. Lisäksi pelkästään merkintäkielen oikeellisuus ei takaa saavutettavuutta, sillä se ei ota kantaa käyttäjän kokemukseen saavutettavuudesta tai verkkosovelluksen visuaalisuuteen liittyviin ongelmiin, kuten kontrastiin. Markup Validation Service soveltuu lähinnä manuaalisesti käytettäväksi tarkistustyökaluksi. On olemassa muita tarkistustyökaluja, jotka soveltuvat paremmin esimerkiksi jatkuvan integrointiprosessin osaksi (Dowden & Dowden 2019).

4.4.2 WebAIM WAVE

WebAIM-organisaation kehittämä Web Accessibility Evaluation Tool eli WAVE on saavutettavuuden tarkistustyökalu, joka vertailee verkkosovellusta WCAG saavutettavuuskriteerejä vasten. WAVE-työkalulle syötetään verkkosovelluksen URL, jonka jälkeen sovellus näytetään saavutettavuusongelmineen. WAVE on saatavilla myös selainlisäosana, jolloin riittää, että selainlisäosan käynnistää tarkistettavan verkkosovelluksen ollessa auki selaimessa (WebAIM 2022a).

WAVE esittää verkkosovelluksesta löytyneet saavutettavuusongelmat merkittävällä ne verkkosovelluksen päälle interaktiiviseen käyttöliittymään erilaisin ikonein ja indikaattorein, kuten kuvassa 3 (Firth 2019).



KUVA 3. museot.fi-sivusto tarkistettuna WAVE-työkalulla

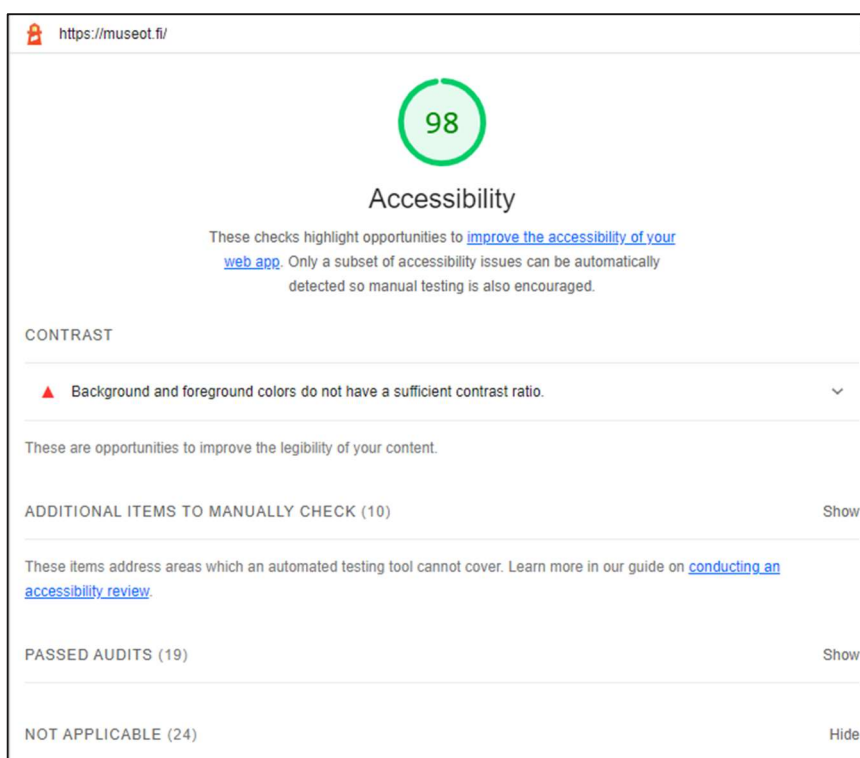
Kuvassakin näkyvät punaiset kuvakkeet symboloivat virheitä ja keltaiset varoituksia tai huomioita saavutettavuudessa. Vihreät, violetit ja siniset kuvakkeet eivät indikoi ongelmista saavutettavuudesta, ne merkitsevät vain erilaiset saavutettavuusominaisuudet sekä rakenteelliset, semanttiset ja navigointielementit käyttööliittymään. (Kumar et al. 2021). Kuvakkeiden lisäksi WAVE antaa yksityiskohtaisemman kuvauksen ongelmasta ja viitteen WCAG-ohjeistuksen kriteeriin, johon ongelma liittyy (Dowden & Dowden 2019).

WAVE-työkalun suorittaman tarkistuksen tulos on hyvin konfiguroitavissa. Tuloksesta voidaan poissulkea tietyt WCAG-ohjeet tai -kriteerit, mikäli niiden huomioiminen ei ole tarkoituksenmukaista. Tuloksen tulkinnan helpottamiseksi, jokaisesta kategoriasta (virheet, varoitukset, ominaisuudet, rakenne-elementit, HTML5 ja ARIA, värikontrastivirheet) voidaan myös valita, näytetäänkö elementtien tai virheiden symbolit. (Dowden & Dowden 2019). WAVE tarjoaa laajan katsauksen sovelluksen tekniselle saavutettavuudelle, mutta käyttäjän kokemus saavutettavuudesta jää puuttumaan, jolloin esimerkiksi sovelluksen käytön subjektiivisesta mielekkyydestä ei ole mitään arviota.

4.4.3 Google Lighthouse

Google Lighthouse on Google Chrome -verkkoselaimen kehitystyökaluihin sisäänrakennettu analyysityökalu, jonka avulla on mahdollista auditoida muun muassa verkkosovelluksen saavutettavuutta, suorituskykyä ja hakukoneoptimointia (Dowden & Dowden 2019). Lighthouse sisältää paljon erilaisia verkkosovelluksen laatua parantavia auditointeja, mutta näistä voi valita suoritettavaksi vain tarkoituksen mukaiset auditoinnit, kuten saavutettavuuden tapauksessa pelkät saavutettavuusauditoinnit.

Lighthousen saavutettavuusauditointi tuottaa yksityiskohtaisen raportin verkkosovelluksen saavutettavuusongelmista ja ehdotuksista parantaa sovelluksen saavutettavuutta. Lisäksi Lighthouse ilmoittaa läpäistyt ja epäonnistuneet testit. Raportti voidaan tallentaa ja jakaa muiden kanssa helposti, mikä tarkoittaa, että kuka tahansa, jolla on Google Chrome asennettuna, voi suorittaa esteettömyystestin muutamassa sekunnissa. (Firth 2019). Kuvassa 4 on esitetty esimerkki Google Lighthouse -työkalun tuottamasta saavutettavuusauditoinnin raportista.



KUVA 4. Google Lighthouse saavutettavuusauditointi museot.fi-sivustolle

Lähes kaikissa projekteissa on tärkeää suorittaa testaus useilla selaimilla, jotta saavutettavuus ei olisi sidoksissa yhteen laitteeseen tai selaimiin. Tästä johtuen

Lighthouse-raportin roolia saavutettavuuden arvioinnissa kannattaa harkita, sillä Lighthouse on saatavilla vain Chrome-selaimelle. (Dowden & Dowden 2019). Lisäksi, kuten edellä esitellyissäkin tarkistustyökaluissa, ongelmaksi saattaa muodostua puute käyttäjän saavutettavuuskokemuksista, sillä ohjelman suorittama tarkistus tarjoaa arvion vain teknisestä saavutettavuudesta.

4.5 Avustavilla teknologioilla testaus

Avustavilla teknologioilla käsitetään kaikki laitteet, jotka auttavat toimintarajoitteisia henkilöitä suorittamaan tehtäviä, joita he eivät aiemmin kyenneet suorittamaan tai suorittamisessa oli suuria vaikeuksia. Monissa tapauksissa pienillä muutoksilla verkkosovelluksesta pystytään tekemään saavutettava, mutta on olemassa myös tilanteita, jolloin se ei riitä ja tarvitaan aputekniikkaa, jotta toimintarajoitteinen henkilö voi käyttää sovellusta. (Gilbert 2019). Tästä syystä saavutettavuuden arviointi myös avustavilla teknologioilla on tärkeää.

Avustavia teknologioita on olemassa monenlaisia, mutta erityisesti verkkosovelluksia käytettäessä puhutaan yleensä ohjelmistoista ja laitteistoista, kuten näytönlukijoista, suurennusohjelmista, puheentunnistusohjelmista tai pistekirjoitusnäytöistä, joita käytetään parantamaan vuorovaikutusta verkkosovellusten kanssa (Dowden & Dowden 2019).

Verkkosovelluksen toteutus ja rakenne vaikuttaa erityisesti näytönlukijoihin, sillä monet näytönlukijat käyttävät merkintäkielestä löytyviä elementtejä ja niiden attribuutteja navigointiin ja sisällön tunnistamiseen. Esimerkiksi sisällön kannalta merkittävät kuvat, joissa ei ole vaihtoehtoista tekstiä jäävät näytönlukijan ja täten sitä apuna käyttävän henkilön saavuttamattomiin. Omakohtainen kokemus verkkosovelluksen käytöstä näytönlukijan avulla antaa hyvän kuvan siitä, minkälaisia ongelmia esimerkiksi sokeat kohtaavat käyttäessään verkkosovellusta (Firth 2019).

Nykyisin on olemassa monia ilmaisia ruudunlukuohjelmia, kuten NVDA ja MAC-koneiden käyttöjärjestelmään sisällytetty VoiceOver-toiminto, joiden avulla verk-

kosovellusta voidaan testata ilman suuria investointeja (Kalbag 2017). Ruudunlukijalla testaus sopii hyvin osaksi verkkosovelluksen saavutettavuuden evaluointi prosessia, mutta yksinään siitä ei juurikaan ole iloa. Lisäksi aikaisessa vaiheessa avustavilla teknologioilla testaus voi olla hankalaa keskeneräisten rakenteiden takia. Eli ruudunlukijalla ja muilla avustavilla teknologioilla testaus kannattaisi suorittaa sovelluksen ollessa lähellä julkaisuvalmiutta.

5 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin verkkosovellusten saavutettavuuden evaluointimenetelmiä kirjallisuuskatsauksen avulla. Kirjallisuuskatsauksen aineisto koostui yhteensä 35 lähteenä käytetystä artikkelista, konferenssijulkaisusta tai kirjasta. Opinnäytetyön aiheen olisi voinut rajata vielä spesifimpään osaan saavutettavuuden arvioinnista, sillä saavutettavuuden evaluointi osoittautui kuviteltua monipuolisemmaksi ja laajemmaksi aihealueeksi.

Työn pääasialliseksi tutkimusongelmaksi muodostui ”Miten verkkosovelluksen saavutettavuutta voidaan evaluoida?”, tähän löytyi kirjallisuudesta hyvin monia erilaisia tapoja, joista karsittiin tarkempaan tarkasteluun käyttäjättestaus, heuristinen evaluointi, automaattitestit, erilaiset tarkistustyökalut sekä avustavilla teknologioilla testaaminen, sillä nämä menetelmät esiintyivät useampaan kertaan läpikäydyssä aineistossa. Katsauksessa on käyty läpi, mitä edellä mainitut menetelmät ovat ja miten ne soveltuvat saavutettavuuden arviointiin. Erilaisten menetelmien lisäksi tutkimuksessa käytiin läpi saavutettavuutta sekä siihen liittyviä teemoja evaluoinnille oleellisilta osilta.

Toissijaisesti tutkimuksessa pyrittiin löytämään vastaus kysymykseen ”Miten verkkosovelluksen saavutettavuutta kannattaa evaluoida?”. Aineistosta ei löytynyt yksiselitteistä ratkaisua tähän tutkimuskysymykseen, sillä menetelmien sopivuus evaluointiin riippui muun muassa verkkosovellusprojektin kehitysvaiheesta, käytettävistä resursseista sekä saavutettavuudelle asetetuista tavoitteista. Esimerkiksi käyttäjätestauksen todettiin olevan kannattavaa vasta lähempänä sovelluksen julkaisua ja heuristisen evaluoinnin sopivan erityisesti prototyyppien saavutettavuuden arviointiin. Eli kannattavan saavutettavuuden evaluointi menetelmän voidaan todeta olevan riippuvainen edellä mainitusta tekijöistä, joita tässä tutkimuksessa ei ole määritelty. Lisäksi aineistosta kävi ilmi, että yksinään mikään menetelmä ei evaluoi saavutettavuutta tarpeeksi monipuolisesti, jotta voidaan todeta verkkosovelluksen olevan hyvin saavutettava. Tarkistustyökalut ja automaattitestit eivät ota käyttäjän kokemusta tai poikkeuksia saavutettavuudesta huomioon ja käyttäjien suorittama testaus jättää monesti rakenteelliset ongelmat huomiotta.

Kirjallisuuskatsauksessa päästiin tutkimuksen pääasialliseen tavoitteeseen, vaikka aiheessa olisi varmasti riittänyt vielä enemmänkin tutkittavaa erilaisten evaluointimenetelmien puolesta, kuten esimerkiksi persoonien avulla tehtävästä testauksesta ja sisällön selkokielisyyden todentamisesta. Toissijaisen tavoitteen saavuttaminen kannattavien saavutettavuuden evaluointimenetelmien tunnistamisesta vaatisi mielestäni vielä lisätutkimusta ja muuttuvien tekijöiden tarkempaa määrittelyä. Tästä kirjallisuuskatsauksesta voi silti olla hyötyä työelämän näkökulmasta saavutettavuuden arviointimenetelmiä päätettäessä, sillä vaikka loppulemana ei ole yksiselitteistä vastausta kannattavimmista tavasta todentaa verkosovelluksen saavutettavuus, se tarjoaa yleiskuvan mahdollisista evaluointimenetelmistä.

LÄHTEET

- Alsaeedi, A. 2020. Comparing Web Accessibility Evaluation Tools and Evaluating the Accessibility of Webpages: Proposed Frameworks. *Information (Basel)* 11(1), 40. Viitattu 11.5.2022. <https://doi.org/10.3390/info11010040>
- Aluehallintovirasto. 2022. Digipalvelulain vaatimukset. Viitattu 9.4.2022. <https://www.saavutettavuusvaatimukset.fi/digipalvelulain-vaatimukset/>
- Bai, A., Fuglerud, K. S., Skjerve, R. A. & Halbach, T. 2018. Categorization and Comparison of Accessibility Testing Methods for Software Development. *Studies in Health Technology and Informatics* 2018, 821-831. Viitattu 7.5.2022. <http://dx.doi.org/10.3233/978-1-61499-923-2-821>
- Bai, A., Stray, V. & Mork, H. 2019. What Methods Software Teams Prefer When Testing Web Accessibility. *Advances in human-computer interaction. Advances in Human-Computer Interaction*, 2019, 1–14. Viitattu 7.5.2022. <https://doi.org/10.1155/2019/3271475>
- Dowden, M. & Dowden, M. 2019. *Approachable Accessibility: Planning for Success*. E-kirja. Berkeley, CA: Apress L. P. Viitattu 4.3.2022.
- Euroopan komissio. 2022. *Web Accessibility*. Viitattu 13.2.2022. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/web-accessibility>
- Firth, A. 2019. *Practical Web Inclusion and Accessibility: A Comprehensive Guide to Access Needs*. E-kirja. Berkeley, CA: Apress L. P. Viitattu 29.4.2022.
- Gilbert, Regine M. 2019. *Inclusive Design for a Digital World: Designing with Accessibility in Mind*. E-kirja. Berkeley, CA: Apress L. P. Viitattu 2.4.2022.
- Harper, S. & Chen, A. Q. 2011. Web accessibility guidelines: A lesson from the evolving Web. *World wide web (Bussum)* 15(1), 61–88. Viitattu 4.3.2022. <https://doi.org/10.1007/s11280-011-0130-8>
- Henka, A. & Zimmermann, G. 2014. Persona Based Accessibility Testing: Towards User-Centered Accessibility Evaluation. *Communications in Computer and Information Science* Vol. 435, 226–231. Springer International Publishing. Viitattu 16.4.2022. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07854-0_40
- Hvannberg, E. T., Law, E. L. & Lárusdóttir, M. K. 2007. Heuristic evaluation: Comparing ways of finding and reporting usability problems. *Interacting with Computers* 19(2), 225–240. Viitattu 8.5.2022. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2006.10.001>
- Kalbag, L. 2017. *Accessibility for Everyone. A Book Apart*. Viitattu 13.5.2022.
- Kumar, S., Shree Dv, J. & Biswas, P. 2021. Comparing ten WCAG tools for accessibility evaluation of websites. *Technology and Disability* 33(3), 163–185. Viitattu 10.5.2022. <https://doi.org/10.3233/TAD-210329>

Nielsen, J. 1994. Usability Engineering. E-kirja. San Francisco: Elsevier Science & Technology. Viitattu 6.5.2022

Nielsen, J. 1999. Designing Web Usability. E-kirja. New Riders Publishing. Viitattu 6.5.2022

Nielsen, J. & Loranger, H. 2006. Prioritizing Web Usability. E-kirja. New Riders Publishing. Viitattu 6.5.2022

Näkövammaisten liitto. 2022. Saavutettavuus. Viitattu 23.4.2022.
<https://www.nkl.fi/fi/saavutettavuus>

Orozco, A., Tabares, V. & Duque, N. 2016. Methodology for Heuristic Evaluation of Web Accessibility Oriented to Types of Disabilities. Lecture Notes in Computer Science Vol. 9737, 91–97. Springer International Publishing. Viitattu 8.5.2022. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40250-5_9

Paddison, C. & Englefield, P. 2004. Applying heuristics to accessibility inspections. *Interacting with Computers* 16(3), 507–521. Viitattu 8.5.2022.
<https://doi.org/10.1016/j.intcom.2004.04.007>

Pakarinen, M. 2019. Saavutettavuusdirektiivin kansallinen toimeenpano. Eduskunta. Viitattu 8.4.2022. https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/kirjasto/aineistot/kotimainen_oikeus/LATI/Sivut/saavutettavuusdirektiivi.aspx

Palani, N. 2019. Advanced Selenium Web Test Accessibility: software automation testing secrets revealed. E-kirja. Momentum Press. Viitattu 14.5.2022.

Panda, S. & Chakravarty, R. 2020. Evaluating the web accessibility of IIT libraries: a study of Web Content Accessibility Guidelines. *Performance Measurement and Metrics* 21(3), 121–145. Viitattu 12.3.2022.
<https://doi.org/10.1108/PMM-02-2020-0011>

Petrie, H. & Bevan, N. 2009. The Evaluation of Accessibility, Usability, and User Experience. *The Universal Access Handbook* (pp. 20–21–20–16). Viitattu 23.4.2022

Regan, B., Rutter, R., Urban, M., Heilmann, C., Burks, M. R., Lawson, B., Waddell, C. D., Lawton Henry, S., Thatcher, J., Lauke, P. H. & Kirkpatrick, A. 2006. *Web Accessibility Web Standards and Regulatory Compliance*. E-kirja. Berkeley, CA : Apress L.P. Viitattu 16.4.2022. Vaatii käyttöoikeuden.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4302-0188-5>

Rothberg, M. 2018. Publishing with accessibility standards from the inside out. *Learned Publishing* 31(1), 45–47. Viitattu 13.2.2022.
<https://doi.org/10.1002/leap.1149>

Schmutz, S., Sonderegger, A. & Sauer, J. 2016. Implementing Recommendations From Web Accessibility Guidelines: Would They Also Provide Benefits to Nondisabled Users. *Human Factors* 58(4), 611–629. Viitattu 23.4.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://doi.org/10.1177/0018720816640962>

Selovuo, K. 2019. Saavutettavuusopas. 1. painos. Helsinki: Kari Selovuo.

Tan, W., Liu, D. & Bishu, R. 2009. Web evaluation: Heuristic evaluation vs. user testing. International Journal of Industrial Ergonomics 39(4), 621–627. Viitattu 23.4.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2008.02.012>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. 2022. Esteettömyys ja saavutettavuus. Viitattu 4.3.2022. <https://thl.fi/fi/web/vammaispalvelujen-kasikirja/vammaisuus-yhteiskunnassa/esteettomyys-ja-saavutettavuus>

W3C. 2019. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. Viitattu 20.4.2022. <https://www.w3.org/Translations/WCAG21-fi/>

W3C. 2022. About The W3C Markup Validation Service. Viitattu 11.5.2022. <https://validator.w3.org/about.html>

WebAIM. 2022a. WAVE Web Accessibility Evaluation Tool. Viitattu 13.5.2022. <https://wave.webaim.org/>

WebAIM. 2022a. The WebAIM Million. Viitattu 15.5.2022. <https://webaim.org/projects/million/>

WHO. 2021. Disability and health. Viitattu 28.3.2022. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>

Yesilada, Y. & Harper, S. 2008. Web Accessibility: A Foundation for Research. E-kirja. London: Springer London, Limited. Viitattu 29.4.2022