

Verkkosisällön saavutettavuus

Ronja Oja

Helsinki 10.5.2017

HELSINGIN YLIOPISTO

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Tiedekunta — Fakultet — Faculty		Laitos — Institution — Department	
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Tietojenkäsittelytieteen laitos	
Tekijä — Författare — Author			
Ronja Oja			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Verkkosisällön saavutettavuus			
Oppiaine — Läroämne — Subject			
Tietojenkäsittelytiede			
Työn laji — Arbetets art — Level		Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages
		10.5.2017	22
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
<p>Saavutettavaa verkkosisältöä tavoitellaan, jotta jokainen pystyisi toimimaan verkossa. Saavutettavuuden toteuttamisen ja testaamisen avuksi on luotu ohjeistuksia ja kriteerejä, joiden avulla saavutettavuuden arvioiminen on mahdollista erilaisilla menetelmillä. Vain murto-osa nykyisistä verkkosivuista on saavutettavia kaikille käyttäjäryhmille. Verkkosisällön saavutettavuusohjeet eivät myöskään ota kantaa kaikkiin vammaisten käyttäjien kohtaamiin ongelmiin. Nykyaikaiset web-teknologiat tuovat haasteita saavutettavuuden toteuttamiselle sekä arvioimiselle.</p> <p>ACM Computing Classification System (CCS): Human-centered computing → Accessibility</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Key words			
Saavutettavuus, verkkosivut			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Additional information			

Sisältö

1 Johdanto	1
2 Käyttäjärühmät	3
2.1 Kognitiiviset haasteet	3
2.2 Käsien motoriset rajoitteet	4
2.3 Kuulovammat	5
2.4 Näkövammat	6
3 Verkkosisällön saavutettavuusohjeet, WCAG	7
4 Verkkosisällön saavutettavuuden arviointi- ja testausmenetelmiä	11
5 Dynaamisten verkkosivujen haasteet saavutettavuuden kannalta	14
6 Saavutettavuuden toteutuminen käytännössä	17
7 Yhteenveto	19
Lähteet	21

1 Johdanto

Digitalisoitumisen myötä yhä useampi palvelu siirtyy internetiin. Verkossa hoideetaan välttämättömyyksiä – kuten pankkiasioita tai veroilmoituksia –, opiskellaan, tehdään töitä, viihdytään ja ylläpidetään sosiaalisia suhteita. Monille vammaisille verkossa toimiminen voi myös antaa arvokkaan kokemuksen "tavallisuudesta". Fyysisten ja sosiaalisten esteiden poistuessa verkossa voi olla kuin kuka tahansa: portaat eivät estä pääsyä, verkkokaupan myyjä ei näe valkoista keppiä eikä keskustelukumppani sosiaalisessa mediassa kuule vaikeutta tuottaa puhetta. Vaikka fyysiset esteet puuttuvat, palvelun käytön voi kuitenkin estää esimerkiksi pelkästään hiirellä toimiva navigaatio. Jos käyttäjän ihmiseksi todentaminen vaatii merkkien tulkitsemista suttuisesta kuvasta, voi sekin olla kuin etenemisen estävä muuri.

Tavoitteena on, että jokainen pystyisi käyttämään verkkopalveluita henkilökohtaisista rajoituksista huolimatta. Tämä on tärkeää erityisesti julkisissa palveluissa, mutta yhdenvertaisuuden kannalta merkittävää muuallakin internetissä. Verkon saavutettavuudella (*web accessibility*) viitataan niihin teknisiin yksityiskohtiin, jotka mahdollistavat verkkopalveluiden käytön kaikille käyttäjärühmille. Euroopan unionissa tätä tavoitetta pyritään edistämään Euroopan parlamentin lokakuussa 2016 hyväksymällä direktiivillä, jonka tarkoitus on parantaa ja yhdenmukaistaa EU:n jäsenmaiden sisällä julkisen sektorin verkkopalveluiden ja mobiilisovellusten saavutettavuutta (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2016/2102). Direktiivissä määritellään julkisen sektorin elinten verkko- ja mobiilipalveluille vähimmäisvaatimukset ja sen täyteenpano tapahtuu vähitellen vuosien 2018-2020 aikana. Saavutettavuusdirektiivin myötä myös Suomen lainsäädäntö asettaa vaatimuksia verkkosivujen saavutettavuudelle.

Perinteisesti on ajateltu saavutettavuuden hyödyttävän vain niitä käyttäjiä, jotka tarvitsevat erilaisia avustavia teknologioita verkkosisällön käyttöön. Tällaisia käyttäjäryhmiä ovat etenkin sokeat ja käsien motorisista ongelmista kärsivät käyttäjät. Saavutettava verkkosisältö on näille käyttäjäryhmille erityisen tärkeää, jotta käyttö ylipäänsä olisi mahdollista. Sokeuden ja motoristen vaikeuksien lisäksi verkkosivujen käyttöä vaikeuttavat kognitiiviset ongelmat, näön heikkeneminen sekä kuulovammat. Väestön ikääntyessä saavutettavuuden merkitys kasvaa, sillä näön heikkenemisestä, käsien vapinasta tai kognitiivisista ongelmista – kuten lähimuistin huononemisesta – kärsivien käyttäjien määrä lisääntyy.

Käytännössä verkon saavutettavuudesta hyötyy paljon laajempi käyttäjäkunta kuin vammaiset ja ikäihmiset. Richards ja Hanson (2004) toteavat visuaalisesti saavutettavan, selkeän käyttöliittymän helpottavan palvelun käyttöä myös esimerkiksi pienillä näyttöruuduilla huonoissa valaistusolosuhteissa. Kognitiivinen toimintakyky laskee väsyneenä tai stressaantuneena, mutta saavutettavan verkkopalvelun käyttö onnistuu siitä huolimatta.

Verkon saavutettavuudella on yhtymäkohtia käyttöliittymäsuunnittelun ja käytettävyyden (*usability*) kanssa. Käyttöliittymän intuitiivisuutta merkittävämpää on kuitenkin se, pystyykö käyttäjä käyttämään sisältöä: onnistuvatko vaadittavat toiminnot näppäimistörajapinnan kautta tai pystyykö tekstin kirjasinkokoa muuttamaan.

Tässä tutkielmassa esittelen verkkosisällön saavutettavuuden perusasioita: millaiset käyttäjät hyötyvät saavutettavuudesta, millaisia standardeja ja ohjeistuksia saavutettavuudelle on olemassa, kuinka saavutettavuutta on mahdollista arvioida ja millainen vaikutus uudistuneilla web-teknologioilla on ollut saavutettavuuden kannalta. Tavoitteena on luoda yleiskatsaus verkon saavutettavuuteen liittyvään tutkimukseen sekä selvittää saavutettavuuden toteutumista tällä hetkellä.

2 Käyttäjryhmät

Verkkosisällön saavutettavuudessa tulisi huomioida erityisesti ne käyttäjät, joiden toimimiseen verkossa vaikuttaa jokin henkilökohtainen rajoite. Jotkut käyttäjät voivat tarvita verkon sisältöä käyttääkseen erilaisia apuvälineitä, toisille saavutettava verkkosisältö syntyy yksinkertaisella kielellä ja selkeällä, helppokäyttöisellä käyttöliittymällä. Tässä luvussa esittelen verkkosisällön käyttöön vaikuttavia vammoja ja rajoitteita sekä sitä, millaisista verkkosivustojen piirteistä kullekin ryhmälle voi aiheutua ongelmia.

2.1 Kognitiiviset haasteet

Kognitiiviset haasteet liittyvät yhteen tai useampaan tiedonkäsittelyn osa-alueeseen sekä alueiden yhteistoimintaan. Kognitiivisiin toimintoihin kuuluvat kaikki tiedon vastaanottoon, käsittelyyn, säilyttämiseen sekä käyttämiseen liittyvät psyykkiset toiminnot muistista ongelmanratkaisukykyyn. Haasteita voi olla millä tahansa kognitiivisten toimintojen osa-alueella ja ne voivat olla pysyviä tai lyhytaikaisia. Osa kognitiivisista haasteista on synnynnäisiä, toiset voivat kehittyä iän tai sairauden myötä. Stressistä tai väsymyksestä johtuvaa kognitiivisten kykyjen hetkellistä heikentymistä kohtaa lähes jokainen jossain vaiheessa elämänsä.

Verkkosisällön käyttäminen perustuu pitkälti psyykkiseen tiedonkäsittelyyn: sivustoilla on runsaasti sisältöä, josta pitäisi pystyä poimimaan olennaisimmat asiat; luettu informaatio tulisi ymmärtää; jotta käyttö olisi jatkossakin sujuvaa, pitäisi muistaa monenlaisia toimintoja ja käyttöliittymien vaihteita. Jos kognitiivisissa toiminnoissa on haasteita, voi verkon käyttäminen olla hyvin vaikeaa. Verkon käyttämisestä vaikeuttavat kognitiiviset haasteet voivat olla oppimis- ja hahmotusvaikeuksia, lukihäiriöitä, lähimuistin ongelmia tai keskittymisvaikeuksia.

Jos käyttöliittymässä liikutaan hierarkisesti sivulta toiselle, voi lähimuistin ongelmista kärsivän käyttäjän olla vaikea muistaa, kuinka hän on mihinkin päätenyt, mikäli sijaintia ei ilmaista sivulla selkeästi. Keskittymisvaikeuksisen käyttäjän keskittyminen herpaantuu helposti, jos sivulla on jokin vaihtuva elementti, johon huomio kiinnittyy. Runsaasti tekstiä sisältävät sivut voivat olla haastavia käyttäjille, joilla on oppimisvaikeuksia tai lukihäiriö: tekstin lukeminen on hidasta ja sisällön ymmärtäminen ja olennaisimman tiedon poimiminen tekstistä on vaikeaa. Jos taas käyttöliittymäelementtejä ei ole riittävän selkeästi eroteltu toisistaan, voi etenkin hahmotushäiriöisellä käyttäjällä olla vaikeuksia hahmottaa, mitkä käyttöliittymän osat tekevät mitäkin asioita.

2.2 Käsien motoriset rajoitteet

Rajoittunut käsien motoriikka voi olla vapinaa, eriasteista lihasheikkoutta tai yläraajojen täydellinen halvaus. Käsien toimintaa voi rajoittaa myös puuttuvat sormet tai käsivarren amputaatio. Syynä rajoittuneeseen käsien toimintaan voi olla synnynäinen vamma, erilaiset sairaudet kuten reuma tai Parkinsonin tauti sekä onnettomuudet.

Koska suurin osa verkon käyttöliittymistä suunnitellaan ensisijaisesti hiirellä käytettäväksi, aiheuttavat käsien motoriset rajoitteet usein haasteita verkkosisällön käyttämiseen. Vapisevalla kädellä voi olla miltei mahdotonta saada hiiren kohdistinta osumaan pieneen kuvakkeeseen, jotta sen painaminen onnistuisi. Toisaalta hiiren käyttäminen voi olla täysin mahdotonta, jos käsien lihakset eivät toimi ollenkaan tai kädet on amputoitu.

Mikäli hiiren käyttäminen ei ole mahdollista, onnistuu tietokoneen ja myös verkon käyttö apuvälineiden avulla. Motoriset apuvälineet voidaan karkeasti jaotella kahteen ryhmään sen mukaan, kuinka ne kommunikoivat järjestelmän kanssa: toiset

käyttävät hiirirajapintaa, toiset taas näppäimistörajapintaa. Hiiren tavoin toimivia apuvälineitä ovat muun muassa katseohjaus ja päähiiri. Näppäimistörajapintaa hyödyntää kytkinohjaus¹.

Hiiren korvaavien apuvälineiden kanssa ongelmia tulee, jos käyttöliittymässä on toimintoja, joita pystyy suorittamaan vain hiirellä. Tavallisimmissa tapauksissa tällaisia ovat esimerkiksi valikkokohteen avautuva alivalikko, jonka saa näkyviin ainoastaan silloin, kun hiiren kohdistin on valikkokohteen päällä. Vilkkuvat ja vaihtuvat elementit, joihin katse kohdistuu vaistomaisesti, hankaloittavat katseohjausta käytävää käyttäjää.

2.3 Kuulovammat

Kuulovammoja ovat eriaisteiset kuulon alenemat sekä vain toisen tai molempien korvien kuurous. Kuulovamma voi olla synnynnäinen, kuulo voi heiketä myöhemmin elämässä ikääntymisen tai jonkin sairauden vuoksi tai kuulo voi alentua pysyvästi kovien äänien takia. Huonokuuloisilla henkilöillä kuulemista vaikeuttaa taustahäly, jolloin halutun asian erottaminen äänimassasta on vaikeaa. Usein myös suuntakuulo on puutteellista, vaikka molemmilla korvilla kuulisikin jonkin verran.

Kuulovammat vaikuttavat verkkosisällön käyttöön silloin, jos sisältöä tarjotaan pelkäänä audiona tai audio-videona ilman tekstitystä, tai jos jostain tapahtumasta, kuten saapuneesta viestistä, ilmaistaan vain äänimerkillä. Tällaiset asiat voivat olla ongelmallisia riippumatta siitä, onko kuulovamma vain lievä kuulon alenema vai täydellinen kuurous.

Kuulovammaisia käyttäjiä varten verkon audio- sekä audio-videomateriaalin sisältö

¹Kytkinohjaus on tapa ohjata laitteita yhden tai useamman kytkimen avulla. Kullakin kytkimellä on oma toimintonsa. Kytkin voi olla ulkoinen laite tai vaikkapa kamera, joka tunnistaa silmien räpäytykset (Papunetin [www-sivusto](http://www.sivusto)).

tulisi tarjota myös tekstimuodossa, videoon sisällytettynä tekstityksenä tai erillisenä tekstuaalisena kuvauksena. Koska monien kuurojen äidinkielenä on viittomakieli, myös viittomakielisen sisällön tarjoaminen on suositeltavaa.

2.4 Näkövammat

Näkövamman aste voi vaihdella lievästä heikkonäköisyydestä täydelliseen sokeuteen. Heikkonäköisillä näkökyky on rajoittunut näön tarkkuuden, näkökentän tai molempien osalta. Myös värinäössä voi olla puutteita. Yleisimmin näkövammaiset ovat ikääntyneitä ihmisiä, joiden näkö on heikentynyt iän myötä. Näkövamma voi olla myös synnynnäistä tai seurausta onnettomuudesta tai erilaisista sairauksista.

Heikkonäköisten käyttäjien verkossa kohtaamat ongelmat liittyvät pääosin sivustojen ulkoasuun. Jos tekstin ja taustan värit ovat kirkkaudeltaan liian lähellä toisiaan, voi tekstin erottaminen olla mahdotonta. Jos verkkosivuston tekstin kirjasinkoko on määritelty kiinteäksi, käyttäjä ei pysty muuttamaan sitä selaimensa asetuksista itselleen sopivaksi, eikä lukeminen välttämättä onnistu. Toisaalta myös käyttöliittymän selkeydellä on merkitystä heikkonäköisille käyttäjille: toisistaan selkeästi erotellut käyttöliittymäkomponentit ja komponenttien johdonmukainen esitystapa helpottavat verkkosivun käyttöä huonommalla näöllä.

Kun tietokonetta ei pysty käyttämään näön varassa, käytetään apuvälineenä ruudunlukuohjelmaa ja puhesyntetisaattoria tai pistenäyttöä. Verkkosivuilla ruudunlukuohjelma tulkitsee sivun tekstuaalisen sisällön HTML-DOM-puusta² ja välittää tiedon puhesyntetisaattorille, jolloin käyttäjä kuulee sivun sisällön puheena, tai pistenäytölle, jolloin käyttäjä pystyy lukemaan tekstiä pistekirjoituksella. Sokeille ruudunlukuohjelman avulla toimiville käyttäjille verkkosivustojen ongelmat ovat ennen-

²DOM-puu, Document Object Model, on puun muotoon mallinnettu rakenne dokumentin sisältämistä objekteista. DOM:n avulla dokumentin, kuten HTML-tiedoston, objekteja on mahdollista hakea, muokata, lisätä tai poistaa Hors et al., 2004.

kaikkea teknisiä, lähdekoodin ongelmia. Sen lisäksi, että verkkosivut tulisi toteuttaa HTML-kielen standardien mukaisesti ja semanttisesti oikein, ruudunlukuohjelman käyttäjät eivät käytä hiirtä, eli sivun toiminnot pitäisi pystyä tekemään hiiren lisäksi näppäimistöllä. Ongelmia sokeille käyttäjille seuraa myös kuvista, joilla ei ole riittäviä tekstivastineita – erityisesti silloin, jos kuva tai kuvake toimii linkkinä tai painikkeena.

3 Verkkosisällön saavutettavuusohjeet, WCAG

WWW Consortiumin julkaisema Web Content Accessibility Guidelines 2.0 (WCAG 2.0) (Caldwell, Cooper, Reid ja Vanderheiden, 2008) on dokumentti, johon verkon saavutettavuusasioissa tavallisimmin nojataan: se sisältää neljä yleistä periaatetta ja niitä tarkentavia ohjeita, sekä antaa kullekin ohjeelle onnistumiskriteerit, joiden avulla verkkosisällön saavutettavuuden tasoa on mahdollista testata ja arvioida. WCAG 2.0 luokittelee ohjeistukset kolmelle eri tasolle A, AA ja AAA, joista AAA on korkein, parhaiten saavutettavuusvaatimuksia vastaava taso. Suosituksissa otetaan huomioon laajasti eri vamma ryhmät. Ohjeet tai onnistumiskriteerit eivät riipu verkkosivun toteutukseen käytetystä tekniikasta. Kuhunkin onnistumiskriteeriin liittyy myös ”How to Meet” -ohjeita, joissa on tarkemmin esitelty erilaisia tapoja sekä koodiesimerkkejä kyseisen kriteerin toteuttamiseen. WCAG 2.0:n ohjeet on kirjoitettu mahdollisimman testattavaan muotoon, jotta saavutettavuuden arviointi eri tarkoituksiin olisi mahdollista.

WCAG 2.0:n ylemmän tason periaatteet ovat:

1. **Havaittava (*perceivable*): Informaatio ja käyttöliittymäkomponentit pitää esittää tavoilla, jotka käyttäjä voi havaita.** Käytännössä havaittavalla verkkosivulla on mm. ei-tekstuaaliselle sisällölle tekstivastineita, ohjeistus sisällön ymmärtämiseen ja käyttöön myös muilla keinoin kuin aistinvarai-

silla ominaispiirteillä – kuten väri, muoto, visuaalinen sijainti ja koko – sekä riittävän suuri kontrastisuhde tekstin ja taustan värien välillä.

2. **Hallittava (*operable*): Käyttöliittymäkomponenttien ja navigoinnin pitää olla hallittavia.** Hallittavan verkkosivun kaikki toiminnot pystytään tekemään näppäimistörajapinnan kautta, käyttäjälle annetaan tarpeeksi aikaa sisällön käyttämiseen ja lukemiseen eikä sivustolla ole mitään sisältöä, joka välähtäisi useammin kuin kolme kertaa sekunnissa, sillä sen tiedetään aiheuttavan sairauskohtauksia.
3. **Ymmärrettävä (*understandable*): Informaation ja käyttöliittymän toiminnan pitää olla ymmärrettävää.** Verkkosivusto on ymmärrettävä esimerkiksi silloin, kun sivuston teksti on ymmärrettävää, sivuston pääasiallinen luonnollinen kieli voidaan selvittää ohjelmallisesti, käyttäjän syötevirheistä ilmoitetaan tekstuaalisesti ja sivuston toiminta on ennakoitavissa, eikä käyttäjää siirretä varoittamatta kontekstista toiseen.
4. **Lujatekoinen (*robust*): Sisällön pitää olla riittävän lujatekoinen, jotta se voidaan luotettavasti tulkita laajalla joukolla asiakasohjelmia, mukaan lukien avustavat teknologiat.** Lujatekoisuuden vaatimus kohdistuu verkkosivun lähdekoodiin. Sivuston toimivuus varmistetaan nykyisillä ja tulevilla asiakasohjelmilla, kun sivuston elementit järjestetään sisäkkäin määritysten mukaan, elementeillä on täydelliset alku- ja lopputagit, samaa attribuuttia ei anneta elementille useampaan kertaan ja käyttöliittymäkomponenteilla on oikein määritellyt nimet ja roolit.

Osa WCAG 2.0:n onnistumiskriteereistä vastaa lähinnä yhden tietyn käyttäjäryhmän tarpeisiin. Erilaisia käyttäjiä ja erilaisia käyttäjäryhmiä on lukematon määrä ja käyttäjäryhmien tarpeet sekä niihin liittyvät WCAG 2.0:n onnistumiskriteerit saattavat olla jossain määrin keskenään ristiriitaisia (Vigo ja Brajnik, 2011, s. 153).

Joitain WCAG 2.0:n määrittelemiä vaatimuksia on mahdollista testata automaattisesti. Koska loppukäyttäjänä kuitenkin on ihminen, on testausta tehtävä myös ihmisvoimin. Monissa WCAG 2.0:n ohjeissa puhutaan käyttäjälle oleellisista asioista, eikä automaattitestausta osaa eritellä, mikä on käyttäjän kannalta tarpeellista tai oleellista. Esimerkiksi ei-tekstuaalisen sisällön tekstivastineista automaattitestauksella pystytään tarkistamaan, onko sivuston kuvilla HTML-kielen mukaiset alt-attribuutit, joiden avulla kuvan tekstivastineen voi välittää suoraan ruudunlukuohjelmille. Ihmistä tarvitaan kuitenkin arvioimaan tekstivastineen hyödyllisyys ja informatiivisuus käyttäjälle kyseisessä kontekstissa. WCAG 2.0 ottaa kantaa lähinnä teknisiin yksityiskohtiin ja jättää huomiotta yleisemmin käytettävyyteen liitettävät seikat, kuten sen, kuinka helposti käyttäjä löytää sivustolta tarvitsemansa tiedon.

Monet pitävät puhtaasti teknisen saavutettavuuden sijaan enemmän käytettävyyteen liittyviä ongelmia sellaisina käytettävyysongelmina, joita WCAG 2.0 -ohjeistuksen ei tarvitsekaan kattaa (Power, Freire, Petrie ja Swallow, 2012, s. 440). Toisaalta, kuten Power ja muut toteavat, WCAG 2.0 sisältää jo nyt myös käytettävyyteen liittyviä ohjeita ja onnistumiskriteereitä, kuten virheellisen syötteen havaitseminen (WCAG 2.0, ohje 3.3: ”Syötteen avustaminen: Auta käyttäjiä havaitsemaan ja korjaamaan virheitä.” Caldwell et al., 2008). WCAG 2.0:n tavoitteena on parantaa vammaisten henkilöiden toimintamahdollisuuksia verkossa, joten käyttäjien kohtaamien eiteknologisten ongelmien sisällyttäminen WCAG-ohjeistukseen olisi perusteltua.

WCAG:n edellinen versio, Web Content Accessibility Guidelines 1.0 (Vanderheiden, Chisholm ja Jacobs) julkaistiin 1999 ja se oli käytössä saavutettavuusstandardina lähes kymmenen vuoden ajan. WCAG 1.0:n tavoitteena oli tuoda saavutettavuutta laajemmin web-kehittäjien tietoon, jotta verkkosisältö olisi myös vammaisten käytettävissä. Jossain määrin WCAG 1.0 saavutti tavoitteensa: sitä on käytetty useissa maissa verkon saavutettavuuteen liittyvän lainsäädännön lähtökohtana sekä perusteena saavutettavuuskäytännöille (Power et al., 2012, s. 433). Käytännössä WCAG

1.0:n vaikutus verkon saavutettavuuden paranemiseen pysyi kuitenkin vähäisenä. Power tutkimusryhmineen mainitsee yhtenä suurimpana syynä sen, että lainsäädännöstä huolimatta sivustojen haltijoista 22 prosentilla ei ollut lainkaan tietoa saavutettavuusohjeistuksesta. WCAG 1.0:aa on myös kritisoitu siitä, että ilman riittävää tietoa saavutettavuudesta ja siihen käytettävistä teknologioista WCAG 1.0:n ohjeistuksia on vaikea ymmärtää.

WCAG 1.0:n käyttäminen saavutettavuuden arvioimiseen ja tason mittaamiseen ei ole ongelmattonta. Petrie, Hamilton ja King (2004) tutkivat 100 eri verkkosivua yhdessä eri vamma ryhmien edustajien kanssa. He valitsivat tutkimuksensa sivustot viideltä eri sektorilta: julkishallinto, viihde- ja vapaa-aika, verkkokauppa, liiketoiminta sekä verkkopalvelut, kuten hakukoneet ja keskustelupalstat. Sivustot edustivat WCAG 1.0:n eri tasoja (A, AA, AAA). Käyttäjät suorittivat sivustoilla erilaisia tehtäviä ja arvioivat asteikolla 1-7, kuinka helppoa tehtävän suorittaminen oli – riippumatta siitä, onnistuivatko he tehtävässä vai eivät. Käyttäjien kohtaamia saavutettavuusongelmia verrattiin WCAG 1.0:n ohjeistuksiin. Havaituista ongelmista vain 55 prosenttia oli sellaisia, joihin WCAG 1.0 otti jotain kantaa (Petrie et al., 2004, s. 15). Käytännössä siis jopa 45 prosenttia testikäyttäjien kohtaamista saavutettavuusongelmista saattaisi olla sivuilla, jotka toteuttavat WCAG 1.0:n kriteerit täysin.

Vaikka WCAG:n nykyistä versiota 2.0 on monin tavoin paranneltu edeltäjästään, sekään ei vastaa kaikkia vammaisten käyttäjien kohtaamia saavutettavuusongelmia. Power, Freire, Petrie ja Swallow (2012) tutkivat 16 verkkosivustoa 32 sokean käyttäjän kanssa. Sokeat testihenkilöt raportoivat sivustoilta yhteensä 1383 saavutettavuusongelmaa, jotka estivät tai vaikeuttivat heidän toimintaansa. Edelleen jopa 50,4 prosenttia havaituista ongelmista oli sellaisia, joita WCAG 2.0:n onnistumiskriteerit eivät kata (Power et al., 2012, s. 438). WCAG 2.0 kattaa saavutettavuusongelmista siis vain alle viisi prosenttia enemmän kuin aiempi WCAG:n versio 1.0.

4 Verkkosisällön saavutettavuuden arviointi- ja testausmenetelmiä

Verkkosivustojen saavutettavuuden arviointi on tärkeää, jotta voidaan varmistaa sivuston saavutettavuus kaikille käyttäjille ja tarpeen tullen parantaa saavutettavuutta. Saavutettavuuden arviointimenetelmissä on eroja siinä, kuinka paljon ne vaativat resursseja tai kuinka luotettavaa tietoa menetelmällä saadaan saavutettavuuden todellisesta tasosta (Brajnik, 2008). Verkkosisällön saavutettavuutta voidaan testata 1) käyttäjätestauksena todellisten käyttäjien kanssa, 2) asiantuntijatestauksena tai 3) automaattisilla testeillä. Näistä käytetyin menetelmä on asiantuntijan suorittama arviointi (Brajnik, 2008), joka perustuu esimerkiksi WCAG 2.0:n mukaisen ”tarkistuslistan” läpikäyntiin. WCAG 2.0:aa tai vastaavaa saavutettavuuskriteeristöä käytetään myös automaattisten arviointityökalujen pohjana – arviointimenetelmistä ainoastaan käyttäjätestaukset eivät lähtökohtaisesti perustu tiettyihin arviointikriteereihin.

Kun verkkosivun saavutettavuutta arvioidaan todellisten käyttäjien kanssa, joilla on erilaisia rajoitteita, saadaan varsin luotettavaa tietoa siitä, kuinka hyvin käyttäjät pystyvät sivulla toimimaan sekä arviota havaittujen saavutettavuusongelmien todellisesta merkittävydestä (Brajnik, 2008, s. 115). Käyttäjien suorittamaa arviointia voidaan toteuttaa vapaamuotoisesti niin, että testikäyttäjät tutustuvat verkkosivuun kotonaan ja ilmoittavat havaitsemistaan ongelmista. Menetelmä ei ole erityisen systemaattinen ja tuloksia on vaikea vertailla, sillä käyttäjät saattavat tehdä sivulla toisistaan eroavia asioita. Hieman vertailukelpoisempia arviointituloksia saadaan, kun käyttäjätestaukset suoritetaan testausta valvovan henkilön läsnäollessa ja käyttäjille annetaan tarkasti määritellyjä tehtäviä, joita heidän tulee sivustolla suorittaa. Tällöin testausta tarkkaileva henkilö pystyy muun muassa havainnoimaan, kuinka kauan käyttäjillä kuluu aikaa pyydettyjen asioiden tekemiseen. Todellisten

käyttäjien arviointituloksiin vaikuttaa suuresti myös se, millaisia aiempia kokemuksia käyttäjillä on käytetyn verkkoselaimen, mahdollisen apuvälineen tai ylipäänsä internetin käytöstä (Brajnik, 2008, s. 115). Käyttäjien suorittamiin arviointeihin olisi siis hyvä saada eri käyttäjäryhmien edustajien lisäksi henkilöitä, joilla on erilaiset taidot tietotekniikan käytöstä (Vigo ja Brajnik, 2011, s. 152). On myös havaittu, että osa käyttäjistä ei tunnista kohtaamiaan saavutettavuusongelmia (Vigo et al., 2011, s. 152).

Brajnik (2008) vertailee kahta asiantuntijan toteuttamaa arviointimenetelmää toisiinsa: yhdenmukaisuustarkastelu (*conformance review*) ja esteiden läpikäynti (*barrier walkthrough*). Yhdenmukaisuustarkastelussa arvioitavaa verkkosivua verrataan tarkasti käytettävään ohjeistukseen, kuten WCAG 2.0:aan. Saadut tulokset ovat varsin kattavia, etenkin yhdessä automaattisten arviointimenetelmien kanssa (Brajnik, 2008, s. 115). Menetelmän heikkoutena Brajnik mainitsee riittävän asiantuntijuuden puutteen sekä sen, että pelkällä yhdenmukaisuustarkastelulla on vaikeaa arvioida, kuinka merkittäviä havaitut saavutettavuusongelmat ovat todellisuudessa käyttäjien kannalta. Toisaalta käyttäjien toteuttamaan arviointiin verrattuna asiantuntijan arvioinnin tuloksena voidaan saada parempi kuvaus ongelmasta sekä ongelman ratkaisuehdotuksia.

Esteiden läpikäynti -menetelmässä arviointia suorittava asiantuntija ottaa tarkemmin huomioon käyttökontekstin, tietyn käyttäjäryhmän, tietyt käyttötapausten sekä käyttöskenaariot, kuten tietyn ruudunlukuohjelman ja verkkoselaimen yhdistelmän (Brajnik, 2008, s. 115). Menetelmässä arvioidaan saavutettavuusongelmia laajemmalla asteikolla ja suhteutetaan ongelmia koko sivuston kontekstiin. Esimerkkinä Brajnik antaa "hyppylinkin", jolla ruudunlukuohjelmaa käyttävä sokea käyttäjä pysyy hyppäämään sivuston pysyvien osien, kuten valikoiden, ohi suoraan pääsisältöön. Hyppylinkin puuttuminen on suurempi ongelma sellaisella sivulla, jolla pysyvää ja toistuvaa sisältöä on runsaasti, jolloin käyttäjä joutuu kahlaamaan läpi suuren mää-

rän elementtejä ennen sivun varsinaista pääsisältöä. Jos toistuvaa sisältöä on vain vähän, esimerkiksi muutaman linkin verran, hyppylinkin puuttuminen ei ole yhtä vakava ongelma.

Kun arvioinnin suorittaa ihminen, tulosten luotettavuus vaihtelee. Vigo ja Brajnik mainitsevat tuloksista, joiden mukaan keskimäärin 23 prosenttia asiantuntijoista oli eri mieltä siitä, onnistuiko vai epäonnistuiko jokin sivuston osa WCAG 2.0:n onnistumiskriteerien suhteen (Vigo et al., 2011, s. 152). He toteavat, että luotettavan tuloksen saamiseksi tulisi käyttää useita asiantuntijoita, mikä lisää arviointiin tarvittavia resursseja.

Verkkosivujen saavutettavuuden arvioiminen automaattisesti onnistuu joiltain osin. Osa WCAG 2.0:n määrittelemistä onnistumiskriteereistä on sellaisia, joita automaattisilla arviointityökaluilla pystytään käymään läpi. Automaattisilla arviointityökaluilla saadut tulokset ovat usein lajiteltu todellisiin ongelmiin sekä potentiaaliin ongelmiin, jotka asiantuntijan on erikseen tarkistettava (Vigo et al., 2011). Automaattiset arviointityökalut pystyvät vertaamaan sivuston HTML-elementtejä määriteltyihin saavutettavuuskriteereihin esimerkiksi siten, onko tekstin ja taustavärin välinen kontrastisuhde riittävän suuri tai onko jokaisella sivuston linkillä tekstimuotoinen nimiö. Automaattiset työkalut eivät kuitenkaan pysty arvioimaan havaitun rikkomuksen todellista ongelmallisuutta käyttäjille. Saadut tulokset eivät usein ole täysin luotettavia: työkalut tuottavat sekä vääriä positiivisia että vääriä negatiivisia tuloksia (Vigo et al., 2011, s. 138).

Erilaisten arviointimenetelmien vertaaminen toisiinsa on haastavaa:

- Loppukäyttäjien suorittama arviointi voi tapahtua ajasta ja paikasta riippumattomasti. Tulokset riippuvat käyttäjien tietoteknisestä osaamistasosta, eikä mahdollisia ratkaisuehdotuksia ongelmille saada. Eri käyttäjät todennäköisesti raportoivat erilaisista ongelmista.

- Asiantuntijatestaukset vievät paljon aikaa ja vaativat harvinaista osaamista arvioivalta henkilöltä. Arvio kattaa laajasti kaikki käyttäjäryhmät, mutta havaittujen ongelmien todellinen merkittävyys käyttäjille voi olla vaikeaa arvioida.
- Automaattiset työkalut suorittavat arvioinnin nopeasti ja toistettavasti, mutta eivät kykene täydelliseen kattavuuteen saavutettavuuskriteerien suhteen. Tuloksena myös vääriä negatiivisia ja vääriä positiivisia tuloksia. Lähes aina tarvitaan automaattisen arvioinnin lisäksi myös manuaalista arviointia.

Vaikka verkkosisällön saavutettavuudelle on määritelty ohjeita ja kriteerejä, saavutettavuuden toteutumista on nykyisillä menetelmillä vaikea arvioida objektiivisesti (Vigo et al., 2011, s. 152). Erilaiset arviointimenetelmät tuottavat liian erilaisia tuloksia, jotta täydellinen luotettavuus tai eri sivustojen keskinäinen vertaileminen olisi mahdollista. Kuitenkin tarvetta saavutettavuuden riittävän luotettavalle arvioimiselle ja saavutettavuuden tason määrittelemiselle olisi sekä tutkimusmaailmassa että kaupallisten toimijoiden keskuudessa (Vigo et al., 2011, 138). Erityisesti luotettavat automaattiset arviointityökalut auttaisivat verkkosivustojen kehittäjiä parantamaan saavutettavuutta, mutta ei-asiantuntijoille suunnatut arviointityökalut havaitsevat vain noin 50 prosenttia todellisista saavutettavuusongelmista (Vigo et al., 2011, s. 152).

5 Dynaamisten verkkosivujen haasteet saavutettavuuden kannalta

Aiemmin verkkosivut ovat muodostuneet staattisista HTML- ja CSS-tiedostoista, joiden pohjalta selain esittää verkkosivun käyttäjälle. Staattiset tiedostot saadaan palvelimelta HTTP-pyynnöillä ja selain muodostaa niiden perusteella DOM-puun.

Nykyaikaiset selaimet mahdollistavat DOM-puun manipuloinnin. Modernit verkkosivut muodostuvatkin HTML- ja CSS-tiedostojen lisäksi dynaamisesti pääosin erilaisilla JavaScript-pohjaisilla teknologioilla. Dynaamisilla verkkosivuilla DOM-puun sisältö ja rakenne voivat muuttua missä vaiheessa tahansa sivun käytön aikana: sivulle voidaan lisätä tai sieltä voidaan poistaa objekteja, objektien sisältöä ja attribuutteja ja voidaan muokata (Hors et al., 2004). Käyttäjälle esitettävä sivu voi dynaamisen DOM-puun manipuloinnin myötä olla hyvin erilainen kuin pelkkien staattisten tiedostojen pohjalta luotu sivu.

Verkkosivujen DOM-puun muuttuminen dynaamisesti vaikuttaa arviointituloksiin automaattisia työkaluja käytettäessä (Fernandes, Lopes ja Carriço, 2011). Monet automaattiset arviointityökalut ovat komentorivipohjaisia, eivätkä ne ota huomioon selaimessa tehtäviä dynaamisia DOM-puun muutoksia. Komentorivipohjaiset arviointityökalut arvioivat saavutettavuutta vain sen HTML-DOM-puun osalta, joka koostuu palvelimelta saaduista staattisista tiedostoista.

Fernandes (2011) toteutti tutkimusryhmänsä kanssa automaattisen arviointityökalun, josta on omat versionsa sekä komentorivi- että selainympäristölle. Selaimessa toimiva arviointityökalu arvioi verkkosivun DOM-puuta siinä muodossa, jossa sivu näytetään käyttäjälle dynaamisten muutosten jälkeen. Fernandes ja muut tutkivat 82 verkkosivun saavutettavuutta molemmilla työkaluilla. He tallensivat kunkin testatun sivun myöhempää tarkastelua ja arvion toistettavuutta varten: komentorivityökalulla tallennettiin HTML-sivu alkuperäisessä, palvelimelta saadussa muodossa; selaintyökalulla tallennettiin muuttunut HTML-sivu. Komentoriviympäristössä toimivan työkalun tallentamilla HTML-sivuilla oli keskimäärin 915,71 HTML-elementtiä, kun taas selainympäristössä elementtien määrä oli keskimäärin 1152,72 sivua kohden (Fernandes et al., 2011, s. 6). Jo tästä voidaan todeta, että komentorivi- ja selainympäristöissä tehdyt arviot poikkeavat toisistaan testattujen elementtien määrän osalta, jolloin tulokset eivät voi olla samanlaisia ympäristöstä riippumatta.

Arvioitujen elementtien määrän lisäksi Fernandes kolleegoineen vertaili työkalujen tuloksia sivujen saavutettavuudesta WCAG 2.0:n onnistumiskriteerien perusteella. Komentoriviympäristössä arviointityökalu tuotti useita vääriä positiivisia sekä vääriä negatiivisia tuloksia, jotka korjaantuivat selaimessa DOM-puun muokkaamisen jälkeen (Fernandes et al., 2011, s. 6). Fernandes ja muut toteavatkin, että dynaamisten verkkosivujen arvioinnissa komentoriviympäristössä toimivilla arviointityökaluilla ei saada luotettavia tuloksia saavutettavuuden arvioimiseen (Fernandes et al., 2011, s. 10). Verkkosivujen saavutettavuuden arviointi tulisi toteuttaa samassa ympäristössä, jossa loppukäyttäjät vuorovaikuttavat verkkosivun kanssa (Fernandes et al., 2011, s. 9). Komentoriviympäristössä toimivat saavutettavuuden arviointityökalujen väärät negatiiviset sekä väärät positiiviset tulokset voivat myös johtaa harhaan kehittäjiä, jotka ovat tekemisissä verkkosivujen saavutettavuuden kanssa.

Olenainen osa saavutettavaa verkkosisältöä on semanttinen tieto sivun elementeistä: jotta avustavat teknologiat pystyvät välittämään käyttäjälle tietoa sivusta oikein, on sivun eri elementtien merkitys oltava tiedossa. Semanttisen tiedon avulla esimerkiksi ruudunlukuohjelmaa käyttävä käyttäjä saa tietoonsa, mikä sivun sisällöstä on linkki, mikä taas pelkkää tekstiä. Dynaamisilla teknologioilla kehittäjät pystyvät luomaan verkkosivuille eri tarpeisiin elementtejä, joilla ei ole semanttista vastinetta HTML-kielessä. Tällaiset, semanttisesti määrittelemättömät elementit aiheuttavat ongelmia avustaville teknologioille. WWW Consortiumin kehittämä ratkaisu dynaamisten sivujen saavutettavuusongelmiin on Accessible Rich Internet Applications (WAI-ARIA) (Craig et al., 2014). WAI-ARIA:n avulla elementeille on mahdollista lisätä niiden semanttista roolia sekä toimintoja kuvaavia attribuutteja, joilla elementeistä välitetään tietoa avustaville teknologioille. WAI-ARIA:n roolimääritelmistä on apua myös silloin, jos HTML:n peruselementtejä käytetään niiden varsinaisesta merkityksestä poikkeavalla tavalla: avustaville teknologioille ilmoitetaan elementin semanttisena roolina WAI-ARIA:n roolimäärittely HTML-kielen määritelmän sijaan.

Vaikka WAI-ARIA:n avulla erilaisista HTML-kielen semanttisesti määrittelemättömistä elementeistä on mahdollista tehdä saavutettavia, todellisuudessa tilanne voi olla käyttäjän kannalta erilainen. Käyttäjälle saavutettavuus riippuu myös käytettävien ohjelmien – kuten selaimen tai apuvälineiden – versioista: esimerkiksi ruudunlukuohjelmista uusimmat versiot tukevat WAI-ARIA:a, mutta vanhemmat välttämättä eivät (Vigo et al., 2011, s. 154). Tämä vaikuttaa todellisen saavutettavuuden lisäksi myös saavutettavuuden arviointiin. Moderneja verkkosivuja arvioidessa tulisi ottaa huomioon eri skenaariot käytettävistä ohjelmista (Vigo et al., 2011, s. 154).

6 Saavutettavuuden toteutuminen käytännössä

Kuten edellä on todettu, verkkosisällön saavutettavuuden arvioiminen ei ole yksinkertaista. Tulokset voivat vaihdella arviointimenetelmistä, -työkaluista sekä arviointia suorittavista henkilöistä riippuen yhtenäisistä saavutettavuuden ohjeistuksista huolimatta. Vaikka saavutettavuuden arviointimenetelmillä saataisiin täysin luotettavia tuloksia, saavutettavaa verkkosisältöä ei synny ilman, että kehittäjät tuntevat saavutettavuuteen liittyvää ohjeistusta riittävästi.

Käytännössä web-kehittäjien vähäisen tiedon verkon saavutettavuudesta huomaa esimerkiksi siitä, että usein kuvitellaan saavutettavuuden tarkoittavan visuaalisesti mielenkiinnontonta ja yksinkertaista käyttöliittymää. Jo aiemmin mainitussa tutkimuksessaan Petrie, Hamilton ja King (2004) halusivat todistaa, että yhtä hyvin kuin yksinkertainen, myös visuaalisesti monipuolinen sivusto voi olla saavutettava kaikille. Toisaalta myöskään yksinkertaiselta näyttävä käyttöliittymä ei automaattisesti tarkoita sitä, että kuka tahansa pystyisi sitä käyttämään. Eri vammaryhmien edustajista koostuva käyttäjäpaneeli arvioi yhteensä 100 verkkosivun saavutettavuutta ja helppokäyttöisyyttä. Käyttäjätestauksien perusteella helppokäyttöi-

simmistä ja parhaiten saavutettavista sivuista Petrie kolleegoineen otti tarkempaan tarkasteluun kolme visuaalisesti monipuolista sivua: brittiläinen pankki egg.com, ebay.co.uk -verkkokauppa sekä oxfam.org.uk -yrityssivusto. Näillä sivustoilla testikäyttäjät onnistuivat yli 85 prosentissa suoritetuista tehtävistä (Petrie et al., 2004, s. 17). Kaikkien tutkimuksessa suoritettujen tehtävien onnistumisprosentti oli 76 prosenttia (Petrie et al., 2004, s. 15), joten nämä kolme sivustoa olivat kaikista tutkituista sivuista selvästi parhaiten saavutettavien joukossa. Petrie ja muut nostavat esiin erityisesti ebay.co.uk-verkkokaupan, jonka kompleksinen ulkoasu ei ole ristiriidassa saavutettavuuden kanssa, sillä käyttäjät onnistuivat 100 prosentissa sivustolla suorittamistaan tehtävistä (Petrie et al., 2004, s. 16).

Sokeat käyttäjät kohtaavat muita käyttäjäryhmiä enemmän saavutettavuusongelmia, jotka estävät verkkosivuilla toimimisen. Tämä näkyi Petrien ynnä muiden tutkimuksessa sokeiden selvästi muita vamma-ryhmiä alhaisempana onnistumisprosenttina tehtävien suorituksessa: sokeiden käyttäjien onnistumisprosentti oli vain 53 prosenttia, kun muut ryhmät onnistuivat 82 prosentissa tehtävistä (Petrie et al., 2004, s. 15). Toisaalta on todettu sekä näkevien että sokeiden käyttäjien kohtaavan verkossa samoja ongelmia (Power et al., 2012, s. 440). Sokeat käyttäjät arvioivat yhteiset ongelmat merkittävimmiksi kuin näkevät käyttäjät. Powerin työryhmän tutkimuksessa sokeat käyttäjät raportoivat ongelmasta esimerkiksi kohdatessaan sivulla odottamatonta sisältöä tai jos eivät löytäneet etsimäänsä sisältöä. Vaikka WCAG 2.0:n ohjeistukset eivät ota kantaa tämänkaltaisiin enemmän käytettävyyteen liittyviin ongelmiin, näiden ongelmien korjaaminen parantaisi sekä vammaisten että vammattomien käyttäjien käyttökokemusta (Power et al., 2012, 440).

Jos käyttäjätestauksiin ei ole mahdollisuutta, WCAG 2.0:n onnistumiskriteereiden toteutumista voidaan pitää lähtökohtaisesti sivuston saavutettavuuden tason mittarina siitä huolimatta, että kriteerit eivät kata kaikkia vammaisten käyttäjien kohtaamia ongelmia. Lopes, Gomes ja Carriço (2010) testasivat 30 miljoonaa verkkosi-

vustoa niiden WCAG 2.0:n onnistumiskriteerien suhteen, joita automaattitestauksella on mahdollista testata. Kaikista läpikäydyistä noin 40000 miljoonasta HTML-elementistä (keskimäärin 1451 HTML-elementtiä verkkosivua kohti) WCAG 2.0:n saavutettavuuskriteerit toteuttaneita elementtejä oli alle neljä prosenttia (Lopes et al., 2010, s. 2). Näiden tulosten perusteella vain murto-osa verkon sisällöstä on saavutettavaa kaikille käyttäjille. Tätä tulosta ei tosin voida pitää täysin luotettavana, sillä Lopes kolleegoineen toteutti verkkosivujen arvioinnin automaattisella työkalulla, joka arvioi verkkosivut palvelimelta saadussa muodossa ilman dynaamisen koodin suorittamista (Lopes et al., 2010, s. 4). Kuten aiemmassa luvussa esitettiin, automaattiset arviointityökalut tuottavat dynaamisilla verkkosivuilla sekä väärää positiivisia että väärää negatiivisia tuloksia, jos arvioinnissa ei oteta huomioon dynaamisesti muokattua DOM-puuta (Fernandes et al., 2011, s. 6).

7 Yhteenveto

Verkkosisällön saavutettavuus on näennäisestä objektiivisuudestaan huolimatta vaikeasti todennettavissa. Tällä hetkellä ei ole olemassa standardia tai ohjeistusta, joka kattaisi kaikki vammaisten käyttäjien verkossa kohtaamat saavutettavuusongelmat. Tästä syystä kaikille saavutettavan verkkosisällön toteuttaminen on haastavaa: vaikka web-kehittäjät tuntisivat WCAG 2.0-ohjeistuksen syvällisesti ja toteuttaisivat sen jokaisen onnistumiskriteerin, osa käyttäjistä saattaisi edelleen kohdata sivustolla ongelmia. WCAG 2.0:n puutteet ovat yleisesti tiedossa, mutta siitä ei ole yksimielisyyttä, tulisiko saavutettavuusohjeistuksen sisältää enemmän käytettävyyden alueelle kuuluvia asioita.

Todellisen saavutettavuuden testaaminen vaatii automaattisten testien lisäksi manuaalista testausta asiantuntijoiden tai loppukäyttäjien suorittamana. Parhaimpaan tulokseen verkkosivun saavutettavuuden arvioinnissa päästään käyttäjätestauksilla,

joihin on valittu teknisiltä taidoiltaan eritasoisia käyttäjiä, jotka edustavat mahdollisimman laajasti eri käyttäjäryhmiä. Dynaamisten verkkosivujen myötä automaattisten arviointityökalujen tulosten luotettavuus heikkenee, sillä suurin osa työkaluista ei ota huomioon dynaamisesti muuttuvaa sisältöä. Jos käytetyn arviointimenetelmän puutteita ei tunne riittävän tarkasti, voi väärät tulokset saavutettavuuden arvioinnissa johtaa helposti harhaan.

Vaikka verkon saavutettavuutta on yritetty parantaa 1990-luvulta lähtien luomalla normeja, ohjeistuksia ja onnistumiskriteerejä, varsinaista näyttöä saavutettavuudessa tapahtuneesta muutoksesta ei ole. Monien maiden lainsäädäntö vaatii verkkosivuilta saavutettavuutta, jonka tason määrittelemiseen ja arvioimiseen käytetään kansainvälistä WCAG-ohjeistusta tai vastaavia kansallisia ohjeita, mutta web-kehittäjien tuntemus saavutettavuusohjeista on alhaista. Tulevaisuudessa tarve vertailukelpoisille ja luotettaville arviointimenetelmille, saavutettavuusasiantuntijoille sekä saavutettavuusohjeistukseen perehtyneille kehittäjille varmasti kasvaa muun muassa EU:n saavutettavuusdirektiivin myötä.

Lähteet

- Brajnik, G., A comparative test of web accessibility evaluation methods. *Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*. ACM, 2008, sivut 113–120.
- Caldwell, B., Cooper, M., Reid, L. G. ja Vanderheiden, G. (toim.), *Web content accessibility guidelines (WCAG) 2.0*. WWW Consortium (W3C), 2008. Virallinen suomenkielinen käännös <https://www.w3.org/Translations/WCAG20-fi/>. <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>. [25.2.2017]
- Craig, J. ja Cooper, M. (toim.), *Accessible rich internet applications (WAI-ARIA) 1.0*. WWW Consortium (W3C), 2014. <http://www.w3.org/TR/wai-aria/>. [8.5.2017]
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (eu) 2016/2102, annettu 26 päivänä lokakuuta 2016, julkisen sektorin elinten verkkosivustojen ja mobiilisovellusten saavutettavuudesta. *Euroopan unionin virallinen lehti*, L 327, 2.12.2016, sivut 1–15. <http://data.europa.eu/eli/dir/2016/2102/oj>. [20.3.2017]
- Fernandes, N., Lopes, R. ja Carriço, L., On web accessibility evaluation environments. *Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility, W4A '11*, New York, NY, USA, 2011, ACM, sivut 4:1–4:10, URL <http://doi.acm.org/10.1145/1969289.1969295>.
- Hors, A. L., Hégaret, P. L., Wood, L., Nicol, G., Robie, J., Champion, M. ja Byrne, S. (toim.), *Document Object Model (DOM) Level 3 Core Specification*. W3C Recommendation. WWW Consortium (W3C), 2004. <http://www.w3.org/TR/2004/REC-DOM-Level-3-Core-20040407/>. [8.5.2017]
- Lopes, R., Gomes, D. ja Carriço, L., Web not for all: a large scale study of web

accessibility. *Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)*, W4A '10. ACM, 2010, sivut 10:1–10:4.

Papunetin www-sivusto. Kytkimet ohjaimina. <http://papunet.net/tietoa/kytkimet-ohjaimina>. [2.2.2017]

Power, C., Freire, A., Petrie, H. ja Swallow, D., Guidelines are only half of the story: accessibility problems encountered by blind users on the web. *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*. ACM, 2012, sivut 433–442.

Petrie, H., Hamilton, F. ja King, N., Tension, what tension?: Website accessibility and visual design. *Proceedings of the 2004 international cross-disciplinary workshop on Web accessibility (W4A)*. ACM, 2004, sivut 13–18.

Richards, J. T. ja Hanson, V. L., Web accessibility: a broader view. *Proceedings of the 13th international conference on World Wide Web*. ACM, 2004, sivut 72–79.

Vanderheiden, G., Chisholm, W. ja Jacobs, I. (toim.), *Web Content Accessibility Guidelines 1.0*. World Wide Web Consortium (W3C), 1999. <http://www.w3.org/TR/WCAG10/>. [4.3.2017]

Vigo, M. ja Brajnik, G., Automatic web accessibility metrics: Where we are and where we can go. *Interacting with Computers*, 23,2(2011), sivut 137–155.