

Aalto-yliopisto
Perustieteiden korkeakoulu
Teknistieteellinen kandidaattiohjelma

Ikäihmisten huomioiminen käyttäjäkeskeisessä suunnittelussa

Kandidaatintyö

26. toukokuuta 2020

Antti Virtanen

Tekijä:	Antti Virtanen
Työn nimi:	Ikäihmisten huomioiminen käyttäjäkeskeisessä suunnittelussa
Päiväys:	26. toukokuuta 2020
Sivumäärä:	22
Pääaine:	Tietotekniikka
Koodi:	SCI3027
Vastuopettaja:	Professori Eero Hyvönen
Työn ohjaaja(t):	Sari Kujala (Tietotekniikan laitos)
<p>Ikäihmisiltä vaaditaan jatkuvasti enemmän sähköistä asioidenhoitoa. Vuoteen 2030 mennessä yli 60-vuotiaita on jo lähes puolet Suomen väestöstä. Onkin tärkeää, että ikäihmiset huomioidaan sähköisten palveluiden suunnittelussa.</p> <p>Ikäihmisillä esiintyy sähköisten palveluiden käyttöön liittyen erilaisia erityistarpeita, jotka ovat seurausta iän myötä tapahtuvasta muutoksesta ihmisen toimintakyvyssä ja aisteissa. Nämä muutokset on usein mahdollista ottaa huomioon sähköisten palveluiden suunnittelussa.</p> <p>Kaikille sopivalla suunnittelulla pyritään johdonmukaisesti suunnittelemaan sellaisia palveluita, jotka ottavat huomioon kaikki eri käyttäjäryhmät ja heidän erityistarpeensa. Kaikille sopiva suunnittelu koostuu joukosta periaatteita, sekä toimintamalleista, joiden pyrkimyksenä on näiden periaatteiden toteutuminen.</p> <p>Suunnittelun onnistumisen kannalta on tärkeää luoda sekä toimiva suunnitteluprosessi, että hallita erilaisia ratkaisukeinoja erityistarpeiden huomiointiin. Toimiva suunnitteluprosessi vaatii laaja-alaista käyttäjä testausta ja siitä saatavan tiedon huomioimista suunnittelussa.</p>	
Avainsanat:	kaikille sopiva suunnittelu, sähköiset palvelut, ikäihmiset, design for all
Kieli:	Suomi

Sisältö

1 Johdanto	4
1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja raja	5
1.2 Menetelmät	5
2 Ikäihmisten erityistarpeet ja niiden huomioon ottaminen	6
2.1 Näkökyky	6
2.2 Motoriset kyvyt	7
2.3 Kuulo ja puhe	8
2.4 Kognitiiviset kyvyt ja konventiot	9
3 Kaikille sopiva suunnittelu	11
3.1 Kaikille sopivan suunnittelun tausta	11
3.2 Keskeiset periaatteet	12
3.3 Yhteneväisyydet ja erot Nielsenin heuristiikkaan	13
3.4 Suunnittelustrategiat	14
3.5 Verkkosisällön saavutettavuusohjeet	15
3.6 Käyttäjäkeskeinen suunnittelu	17
4 Johtopäätökset	19
Lähteet	21

1 Johdanto

Ihmisiltä vaaditaan jatkuvasti enemmän sähköistä asioidenhoitoa. Merkittäviä toimialoja, jotka tällä hetkellä ovat siirtymässä sähköiseen asiointiin ovat esimerkiksi terveydenhuolto ja pankkipalvelut. Sähköisillä palveluilla tavoitellaan taloudellisia säästöjä ja asiakkaille helppoutta omien asioiden hoitoon. Säästöjen kannalta myös perinteisten palveluiden poistamiseen sähköisten rinnalta tullaan varmasti päättymään monissa tapauksissa, jolloin asiakkaiden on tulevaisuudessa käytettävä nykyistä enemmän nimenomaan sähköisiä terveystalvluita.

Kun sähköisillä palveluilla korvataan perinteistä, kasvotusten tapahtuvaa asiointia on tärkeää, että kaikki käyttäjäryhmät otetaan sähköisen palvelun suunnittelussa riittäväällä tavalla huomioon. Ikäihmisen osuus väestöstä kasvaa länsimaissa jatkuvasti ja esimerkiksi Suomessa, yli 60-vuotiaiden osuuden väestöstä arvioidaan YK:n väestöennusteessa nousevan vuoteen 2030 mennessä jo yli 47 prosenttiin (Yhdistyneet kansakunnat, 2019). Näin ollen he tulevat muodostamaan todella huomattavan osuuden sähköisten palveluiden käyttäjistä tulevaisuudessa. Heidän tarpeensa onkin otettava huomioon uusia palveluita suunniteltaessa.

Kaikille sopiva suunnittelu (*eng. Design for All, DfA tai Universal design*) on tietojen ja viestintäteknologian tuotteita ja palveluita suunniteltaessa systemaattisesti sellaisten periaatteiden, kuten menetelmien ja apuvälineiden hyödyntämistä, joilla kaikki käyttäjäryhmät otetaan huomioon (Story et al., 1998). Nämä periaatteet ovat lähtökohtaisesti proaktiivisia ja niillä tuetaan yhteiskunnassa laajemmin käytettyjä kaikille sopiva suunnittelun periaatteita.

Tässä työssä keskitytään kaikille sopivaan suunnitteluun ja sähköisten palveluiden saavutettavuuteen erityisesti ikäihmisten näkökulmasta. Saavutettavuudella on kuitenkin huomattavasti tätä laajempi käyttäjäkunta, esimerkiksi näkö- tai kuulokykynsä osin tai kokonaan menettäneet. Saavutettavasti.fi -sivuston (Celia, 2019) mukaan sähköisten materiaalien saavutettavuudella voi olla myös muita yllättäviä hyötyjä. Saavutettavat materiaalit ovat monesti helpommin muutettavissa toisiin formaatteihin ja esimerkiksi ruudunlukuohjelmalla hyvin saavutettavat nettisivut toimivat hyvin yhteen myös hakukoneisiin sisältöä hakevien robottien kohdalla, jolloin sivu suoriutuu paremmin hakukoneoptimoinnissa.

Tässä kandidaatintyössä käsitellään ikäihmisten erityistarpeita sähköisten palveluiden käytössä. Lisäksi tarkastellaan kuinka kaikille sopivan suunnittelun periaatteita voidaan hyödyntää sähköisten palveluiden toteutuksessa mahdollistamaan ikäihmisten huomioon ottaminen suunnittelu- ja toteutusprosessissa.

1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus

Tämän tutkimuksen tavoitteena on vastata kysymykseen: Miten suunnitella sähköisiä palveluita niin, että mahdollisimman moni ikäihminen voisi niitä käyttää? Aihe on jaettu seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Mitkä ovat ikäihmisten yleisimmät erityistarpeet sähköisten palveluiden käytössä?
2. Mitkä ovat kaikille sopivan suunnittelun keskeiset periaatteet?

Näihin tutkimuskysymyksiin vastaamalla pyritään siis selvittämään kaikille sopivan suunnittelun keskeiset käsitteet ja sisältö sähköisten palveluiden toteutuksen kannalta. Lisäksi selvitetään ovatko jotkin kaikille sopivan suunnittelun periaatteet tai menetelmät erityisen olennaisia terveystieteiden toteutuksen kannalta ja mitkä käytännön toteutukset tukevat näitä periaatteita ja menetelmiä parhaiten.

1.2 Menetelmät

Tämä työ on toteutettu kirjallisuuskatsauksena. Lähteet löytyivät pääasiassa Google Scholar -hakukoneella, sekä eri julkaisijoiden omista hakukoneista. Keskeisiä käytettyjä hakutermejä olivat *ikäihmiset* ja *käyttäjäkeskeinen suunnittelu*. Lisää lähteitä haettiin jo löydettyjen lähteiden lähdeluetteloista, sekä kirjoitusprosessin aikana tarkemmilla hakutermeillä sen perusteella mihin aihealueisiin tarvittiin lisää tai tarkentavaa tietoa.

Valtaosa lähteistä on peräisin 2010 -luvulta. Joukossa on myös vanhempia lähteitä, näistä löytyi pääasiassa alan perustietoa sekä käsitteistöä. Lähteet käsittävät muun muassa alan kirjallisuutta, tieteellisiä artikkeleita, internetissä tarjolla olevia ohjesivustoja, sekä ohjeistuksia ja standardeja kuten WCAG-2.1 ja ISO 9241-210.

Lopullinen työ jaettiin kahteen loogiseen kokonaisuuteen tutkimuskysymysten mukaan. Ensimmäisessä kokonaisuudessa pyrittiin esittelemään käytettävyyttä nimenomaan ikäihmisten ja heidän erityistarpeidensa näkökulmasta, vastaamalla ensimmäiseen tutkimuskysymykseen. Toisessa kokonaisuudessa käsiteltiin kaikille sopivaa suunnittelua yleisellä tasolla, keskittymättä enää pelkästään suunnitteluun ikäihmisille.

2 Ikäihmisten erityistarpeet ja niiden huomioon ottaminen

Ihmisen toiminnalliset kyvyt voidaan neljään eri ryhmään, jotka ovat kognitio, näkö, liikkuminen sekä kuulo ja puhe (Story et al., 1998). Tässä luvussa käsitellään erilaisia erityistarpeita, joita ikäihmisillä useimmiten esiintyy informaatioteknologian käyttöön liittyen näissä neljässä osa-alueessa. Lisäksi esitellään kullekin erityistarpeelle kirjallisuudessa esitettyjä vaihtoehtoja niiden huomioon ottamiseen ja kompensointiin.

2.1 Näkökyky

Informaatioteknologian käytössä olennaisia näkökykyyn liittyviä ominaisuuksia ovat yksityiskohtien erottaminen, värit, kontrasti ja havainnointikyky näkökentän keskikohdan ulkopuolella (Story et al., 1998, s. 19). Sinkkosen ja Vastamäen (2006, s. 71-72) mukaan erilaiset rajoittuvuudet näkökyvyssä ovat yleisiä kaiken ikäisillä. Ikäihmisillä näön heikkeneminen tarkoittaa lähinäön heikentymistä, värien ja kontrastin vähenemistä ja ääreisnäön heikkenemistä. Ääreisnäön heikkeneminen tarkoittaa, että ihminen pystyy tehokkaasti havainnoimaan vain pientä osaa esimerkiksi tietokoneen näytöstä.

Yleinen ratkaisu heikentyneen näkökyvyn, erityisesti näkö tarkkuuden kompensointiin on kontrastin lisääminen (Sinkkonen et al., 2006, s. 71-72). Myös suuret ja selkeät muodot ovat tärkeitä, sillä esimerkiksi ohuet viivat sulautuvat helposti taustaan ja ”kadota näkyvistä” jos näön tarkkuus on heikko. WCAG -ohjeistuksessa (2018) annetaan tekstin koosta riippuen sen ja taustan väliselle kontrastille raja-arvoja jotka on hyvä ylittää. Myös käytettävä fontti ja sen paksuus vaikuttavat siihen, kuinka suuri kontrastin tekstin ja taustan välillä olisi hyvä olla. Käyttäjälle on myös hyvä antaa mahdollisuus vaihtaa tekstin kokoa itse.

Heikentynyttä värinäköä puolestaan voidaan kompensoida käyttämällä eri värien lisäksi muotoja tai tekstiä (Kuva 1) (Story et al., 1998, s. 19-20). WCAG -ohjeistuksen(2018) mukaan esimerkiksi tekstin seassa olevat linkit voidaan alleviivata ja muun tekstin ulkopuolella oleva linkki voidaan esittää nappina. Myös esimerkiksi ikonin vaihtaessa väriä myös ikonin kuva tai sen vieressä oleva teksti muuttuu.

Heikentynyt ääreisnäkö voidaan ottaa huomioon sijoittamalla elementit näytölle siten, että niiden järjestys on looginen suoritettavan tehtäväjärjestyksen kannalta (Story et al., 1998, s. 19-20). Eli seuraavaksi tarvittava elementti on lähellä edellistä elementtiä.



Kuva 1: Esimerkki värien tukemisesta muodoilla kerrottaessa käyttäjälle muutoksesta. Kuva Spotify -musiikkisovelluksesta.

2.2 Motoriset kyvyt

Motorinen kohdistaminen (esimerkiksi hiiren kursorin siirtäminen painikkeen kohdalle) aiheuttaa sitä enemmän hankaluuksia mitä iäkkäämpi henkilö on (Sinkkonen et al., 2006, s. 77). Kohdistamista voidaan helpottaa suurentamalla interaktiivista kohdetta näytöllä (MacKenzie et al., 1991).

Motorisen hitauden seurauksena ikäihmisten vasteaika näytöllä tapahtuviin muutoksiin reagoimisessa on nuoria hitaampi kun syötelaitteena käytetään hiirtä tai muuta liikeeseen perustuvaa välinettä (Sinkkonen et al., 2006, s. 77). Jos ohjelmisto toimii ääniohjauksella ei vastaavaa hidastumista tapahdu (Czaja ja Rogers, 2000). Heikkoa motorista kohdistusta voidaan kompensoida myös käyttämällä riittävän isoja interaktiivisia kohteita, johon hiiren osoitin voidaan kohdistaa (Sinkkonen et al., 2006, s. 77).

Nivelten liikelaajuus heikkenee iän myötä (Suomalainen Lääkärisseura Duodecim, 2015). Mott ja Wobbrock (2019) toteavat, että liikelaajuuden puuttuessa esimerkiksi kosketusnäytöllisen puhelimen käyttö yhdellä kädellä on haastavaa. Myös kosketusnäytöllä tehtävät yhden tai useamman sormen eleet kuten pyyhkäisy eivät välttämättä ole yhtä hallittuja tai tarkkoja kuin nuoremmilla. Virheitä kosketusnäytön käytössä voidaan käyttöliittymäsuunnittelun lisäksi kompensoida käyttämällä virheitä korjaavia ohjelmistoja.

2.3 Kuulo ja puhe

Sinkkosen ja Vastamäen (2006, s. 74) mukaan iän myötä tapahtuva kuulon heikentyminen liittyy kuultavan taajuusalueen kapenemiseen ja kuulokynnyksen nousu. Heikentymisen sijaan kuulo saattaa muuttua myös esimerkiksi siten, että korkeat äänet vääristyvät tai jopa voimistuvat. Ei ole siis olemassa yksiselitteistä tapaa, jolla kuulo iän myötä huononee. Kuulon huononeminen voi ilmetä siten, että puheesta katoavat sävyt ja sen seuraaminen vaikeutuu. Storyn (1998, s. 21) mukaan myös kyky paikantaa ääniä heikkenee.

Kuulon ohella kykyyn ymmärtää kuullun tekstin sisältöä voi vaikuttaa myös esimerkiksi kognitiivisten kykyjen hidastuminen (Wingfield ja Tun, 2001). Ikäihmisen kyky saada kuulemastaan materiaalista selvää vaikuttaa olevan kokonaisuus kuulon toiminnasta, kognitiivisista kyvyistä, muistin toiminnasta ja kontekstin puutteesta (Gordon-Salant ja Fitzgibbons, 1997, s. 423).

Jos kuultavassa materiaalissa on ennestään tuttuja ja merkityksellisiä käsitteitä, ei erikäisten kyvyssä saada materiaalin sisällöstä selvää ole juuri eroja (Sinkkonen et al., 2006; Gordon-Salant ja Fitzgibbons, 1997). Äänimateriaalissa käyttävään sanastoon onkin hyvä kiinnittää erityistä huomiota ja vähän käytettyjä tai uusia sanoja ja termejä. Kuulemista auttaa myös jos puhuttu teksti on mahdollisimman selkeää ja tekstin lukemisessa nauhalle kannattaakin käyttää ammattilaista (Sinkkonen et al., 2006, s. 75).

Koska käyttäjälä voi olla vaikutuksia kuulla puheena esimerkiksi ohjevideossa annettuja ohjeita, on sama tieto hyvä olla saatavissa myös muussa muodossa (Sinkkonen et al., 2006).

Ikäihmisillä voi olla vaikeuksia myös automaattista puheentunnistusta hyödyntävien sovellusten käytössä. Useat tutkimukset viittaavat siihen, että puheentunnistuksen ohjelmistoilla on enemmän vaikeuksia saada selvää ikäihmisen puheesta verrattuna nuoriin ja keski-ikäisiin (Werner et al., 2019, s. 43).

Werner et al. (2019, s. 43) mukaan myös puhujan sukupuolella vaikuttaa olevan jonkin verran vaikutusta ohjelmistojen toimintaan kaikissa ikäryhmissä siten, että ohjelmistot saavat naisten puheesta paremmin selvää. Suurin ero sukupuolten välillä on kuitenkin ikäihmisillä, tehden puheentunnistuksen ohjelmistoista kaikkein epävarmimpia iäkkäille miehille. Syynä puheentunnistuksen ongelmiin vaikuttaa olevan tiettyjen demografioiden osalta puutteellinen harjoitusdata puheentunnistusmalleja kehitettäessä.

2.4 Kognitiiviset kyvyt ja konventiot

Kognitiiviset toiminnot käsittävät ihmisen kyvyn vastaanottaa, tallettaa, käsitellä ja käyttää tietoa (Story et al., 1998, s. 17). Informaatioteknologian käytön yhteydessä tämä tarkoittaa esimerkiksi tehtävien ja osa-tehtävien aloittamista ja suorittamista ilman erillistä käskyä ja tietyssä loogisessa järjestyksessä.

Ikäihmisillä yleisimmät havaitut kognitiiviset muutokset ovat tiedonkäsittelyn hidastuminen ja suurempi keskittymisen häiriöherkkyys (Sinkkonen et al., 2006, s. 239). Story et al. (1998) sekä Sinkkonen ja Vastamäki (2006) toteavat lisäksi päättelykyky ja joustava ajattelu saattavat heikentyä. Iän myötä myös uusien asioiden muistaminen on hitaampaa ja vaatii asioiden kertaamista. Tämän takia iäkkäämpi käyttäjä ei välttämättä muista esimerkiksi ohjeita käyttöliittymän edellisestä näkymästä.

Koska ikäihmisten kyky muistaa uusia asioita voi olla heikentynyt olisi uudet asiat tärkeää pystyä liittämään ennestään tuttuihin asioihin, konventioihin (Sinkkonen et al., 2006, s. 239).

Konventiot ovat ennalta tuttuja asioita ja käytäntöjä, jotka on aiemmin opittu vastaavista konteksteista (Sinkkonen et al., 2006, s. 136). Käyttävyyden yhteydessä esimerkkejä konventiosta ovat ikonit ja erilaiset käyttöliittymän elementit, kuten tekstikentät ja vierityspalkit. Palveluissa saattaa myös esiintyä termejä, joita ei muuten käytetä arkikielessä. Nimenomaan ikonien kohdalla on hyvä tiedostaa, että erilaisia universaalisti tunnistettavia ikoneita on suhteellisen vähän ja ikonien tunnistaminen perustuu paljolti nimenomaan konventioihin, eli ikonin merkitys on ennalta opittu (Harley, 2014). Ikonit onkin hyvä käyttää yhdessä saman asian kommunikoivan tekstin kanssa.

Palvelua ikäihmisille suunniteltaessa on hyvä tiedostaa jakaako käyttäjä samat konventiot kuin suunnittelija itse (Sinkkonen et al., 2006, s. 136). Suunnittelija on mahdollisesti tekemisissä vastaavien konventioiden kanssa työssään, sekä mahdollisesti päivittäin myös vapaa-ajallaan, kun taas palvelua käyttävän ikäihmisen kohdalla näin ei todennäköisesti ole. Ikäihmisten vaikeudet palvelun käytössä eivät välttämättä olekaan vai seurausta ikääntymisen tuomista muutoksista, vaan myös puuttuvasta kokemuksesta ja henkilön kuulumisesta eri sukupolveen (Sinkkonen et al., 2006, s. 240).

Sinkkonen ja Vastamäen (2006, p. 240-241) mukaan monien kuluttajille suunnattujen palveluiden opettelu perustuu useimmiten niin sanottuun tutkivaan oppimiseen. Tärkeä osa tutkivaa oppimista on samankaltaisuuksien ja asiayhteyksien löytäminen eri tilan-

teiden ja kohteiden välillä. Suunnittelussa onkin syytä huomioida, että myös palvelun sisäiset konventiot ovat johdonmukaisia.

Story et al. (1998, p. 17) mukaan tehtävien suorittamisen kannalta on tärkeää, että ohjelman sen hetkinen tila käy selkeästi ilmi. Tilan seuraaminen on tärkeää ohjelman käytön aikana, mutta erityisesti silloin, kun ohjelman käyttöä jatketaan jonkun keskeytyksen jälkeen.

Konventioiden lisäksi asian esittämistä voidaan tehostaa myös muilla keinoilla. Visuaaliset esitysmuodot kuten kuvat, diagrammit ja animaatiot voivat myös auttaa tekstissä esitetyn sisällön ymmärtämistä (W3C, 2018).

3 Kaikille sopiva suunnittelu

Kaikille sopivalla suunnittelulla tarkoitetaan sellaisten periaatteiden, menetelmien ja apuvälineiden järjestelmällistä noudattamista ja käyttöä, joilla mahdollisimman monet eri käyttäjäryhmät otetaan huomioon tuotetta tai palvelua suunniteltaessa (Story et al., 1998). Termin Design for All kanssa englannin kielessä samankaltaisia kirjallisuudessa esiintyviä käsitteitä ovat muun muassa *Universal Design*, *Universal Access* ja *Universal Usability*. Tieto- ja viestintäteknologian yhteydessä sovellettava kaikille sopiva suunnittelu perustuu pitkälti samaan ajattelumalliin, jota sovelletaan laajemminkin yhteiskunnassa. Alunperin tätä ajattelumallia hyödynnettiin erityisesti rakennusten suunnittelussa (Story et al., 1998).

Tässä luvussa käsitellään kaikille sopivan suunnittelun keskeiset käsitteet ja mitä periaatteita, menetelmiä ja apuvälineitä ne tarjoavat tuotteiden tai palveluiden suunnitteluun.

3.1 Kaikille sopivan suunnittelun tausta

Ajatuksena universal design on peräisin 1960 -luvulta, jolloin Selwyn Goldsmith esitteli ohjeistuksen tilojen suunnittelusta liikuntarajoitteisille (Goldsmith, 1967). Termi universal design on tietävästi otettu käyttöön 1990 -luvulla (Mace, 1998). Käsitteen merkitys on laajentunut koskemaan lähes kaikkea suunnittelua toimialasta riippumatta (Ostroff, 2001).

Osana Pohjois-Carolinan yliopiston tutkimusta vuosina 1994-1997, koottiin seitsemän kohdan luettelo universal designin keskeisistä periaatteista, joiden tarkempi soveltaminen vaihtelee toimialasta riippuen (Story et al., 1998). Suunnittelun esineen tai palvelun tulee olla:

1. Hyödyllinen henkilön kyvystä riippumatta
2. Joustava ja mukautuu erilaisten käyttäjien tarpeisiin
3. Yksinkertainen ja intuitiivinen käyttää
4. Välittää haluttu informaatio tehokkaasti
5. Minimoida virheiden mahdollisuus ja palautua niistä helposti
6. Aiheuttaa mahdollisimman pientä fyysistä kuormitusta
7. Antaa käyttäjälle riittävä fyysinen tila (ei esimerkiksi liian pieniä koloja, joihin sormien pitäisi mahtua)

Story et al. (1998) tutkimuksessa periaatteiden ja ohjeistusten lisäksi kaavailtiin osaksi suunnitteluprosessia myös kahta muuta tasoa. Hyväksymistestausta, jolla varmistettaisiin periaatteiden ja ohjeistusten riittävä noudattaminen, sekä toimialakohtaisia suunnittelustrategioita, joita noudattamalla asetetut vaatimukset olisi mahdollista täyttää.

Sittemmin Story (2001) on todennut, että vaikka edellä mainitut periaatteet ovatkin hyödyllisiä, ovat ne kuitenkin vain lähtökohta onnistuneelle suunnitteluprosessille. Suunnittelun aikana on myös kerättävä tietoa käyttäjien nimenomaisista tarpeista kyseisen sovelluksen kohdalla.

3.2 Keskeiset periaatteet

Onnistunut kaikille sopiva suunnittelu vaatii ymmärrystä siitä, miten ihmisen toimintakyvyn eri osa-alueet vaihtelevat iän, vammojen tai rajoittuvuuksien, käyttöympäristön ja olosuhteiden mukaan (Story et al., 1998, p. 13). Kaikille sopivan suunnittelun soveltamiseen käytännössä on kaksi perinteistä lähestymistapaa. Ensimmäinen vaihtoehto on hyödyntää uudelleen aiemmin hyväksi todettuja ratkaisuja tiettyyn ongelmaan. Toinen vaihtoehto on asettaa joukko testejä, jotka valmiin designin on läpäistävä. Esimerkkejä tällaisista testeistä voivat olla esimerkiksi näkökykyyn liittyen: ”Onko design edelleen käytettävä *jos sitä katsoo lähempää tai kauempaa kuin on tarkoitettu* tai *jos sen näkee ilman värejä*”.

Nämä testit simuloivat eri näkökykyyn liittyviä rajoittuvuuksia, kuten väri- tai äärienäön heikentymistä (Story et al., 1998, s. 32). Kuitenkin sekä testit, että edellä mainittu hyväksi todettujen ratkaisujen uudelleen hyödyntäminen vaativat kaikkien ihmisen toimintakyvyn eri osa-alueiden huomioon ottamista, sen sijaan että keskitytään vain yksittäisiin ongelmakohtiin.

Edellä mainitusta universal designin keskeisistä periaatteista keskeisiä informaatioteknologian suunnittelussa ovat viisi ensimmäistä periaatetta.

Ensimmäisen periaatteen mukaisesti ohjelman tulisi olla yhtäläillä hyödyllinen ja miellyttävä kaikille sitä tarvitseville käyttäjille (Story et al., 1998, s. 34). Asioiden tekemisen pitäisi onnistua samalla tavalla kaikilta ja silloin kun tämä ei ole mahdollista, tulisi vaihtoehtoisten tapojen olla tasavertaisia ensisijaisen tavan kanssa. Erityisesti yksityisyyden ja turvallisuuden turvaaminen kaikille käyttötavoille on tärkeää.

Toisen periaatteen mukaisesti ohjelman tulisi tarvittaessa olla mukautuva ja tarjota eri vaihtoehtoja asioiden tekemiseen (Story et al., 1998, s. 34). Lisäksi ohjelman käytön ei tule vaatia käyttäjältä liikaa tarkkuutta. Esimerkiksi informaation syöttämiseen ohjelmaan olisi hyvä olla useita eri tapoja (esimerkiksi hiiren lisäksi näppäimistö) ja interaktiivisten elementtien kuten nappien tulee olla riittävän suuria.

Kolmannen periaatteen mukaisesti käyttöliittymän tulisi olla intuitiivinen ja yksinkertainen (Story et al., 1998, s. 34). Informaation tulee olla loogisesti järjestettyä ja turha informaatio ja elementit on syytä karsia pois. Käyttäjältä ei tule odottaa liikaa ennakkotietämystä jota vaadittaisiin ohjelman intuitiiviseen käyttöön. Esimerkiksi kuvakkeet ja termit eivät välttämättä ole ennalta tuttuja kaikille käyttäjille. Lisäksi kun käyttäjä suorittaa jonkin toiminnon ohjelmassa on käyttöliittymän hyvä antaa selkeä palaute toiminnon onnistumisesta, jotta asia ei jää käyttäjälle epäselväksi.

Neljännän periaatteen mukaisesti informaatio tulisi kommunikoida käyttäjälle mahdollisimman tehokkaasti (Story et al., 1998, s. 34). Olennaisimman tiedon tulee erottua muusta sisällöstä ja asian kommunikoinnissa on hyvä käyttää eri esitystapoja, kuten sekä kuvaa ja tekstiä saman asian selittämiseen. Lisäksi käyttöliittymän osien tulisi olla helposti tunnistettavissa sekä sellaisia, että ne voi helposti kuvailla jos ohjelman käytössä joudutaan antamaan ohjeistusta esimerkiksi pelkän puheen välityksellä.

Lopuksi viidennen periaatteen mukaan ohjelman tuli sekä ehkäistä virheiden syntymistä, että mahdollistaa virhetilanteesta palautuminen helposti (Story et al., 1998, s. 35). Kriittisistä ja peruuttamattomista toiminnoista on hyvä varoittaa selkeästi ja toiminnon on hyvä vaatia käyttäjältä useampi tahdon vahvistava interaktio ennen sen suorittamista. Jos käyttäjä tekee virheen esimerkiksi antamalla väärää tietoa tulee virheen syy kertoa selkeästi ja osoittaa missä kohtaa käyttäjä virheen on tehnyt, jotta tämä voi palata korjaamaan asian.

3.3 Yhteneväisyydet ja erot Nielsenin heuristiikkaan

Storyn (1998) esittämissä kaikille sopivan suunnittelun periaatteissa on huomattavia yhteneväisyyksiä Jakob Nielsenin (1994) julkaisemiin käytettävyyden kymmeneen heuristiikkaan. Kokonaisuutena Nielsen määrittelee paljon samoja asioita kuin Story, mutta Nielsenin heuristiikat ovat tarkempi ja laajempi kuvaus samasta aihepiiristä. Storyn periaatteista 1-4. vastaavat pitkälti Nielsenin heuristiikkaa *käyttäjän kontrollista ja vapaudesta* sekä heuristiikkaa *käytön joustavuudesta ja tehokkuudesta*. Storyn viidennellä pe-

riaatteella *virheiden minimoinnista ja niistä palautumisesta* taas on suora vastine Nielsenin heuristiikoissa *virheiden estämisessä ja virhetilanteiden tunnistamisessa, ilmoittamisessa ja korjaamisessa*.

Myös Nielsenin (1994) heuristiikkaa *esteettisestä ja minimalistisesta designista* vastaa pitkälti Storyn (1998) kolmatta periaatetta *yksinkertaisuudesta ja intuitiivisuudesta*. Toisin Nielsenin lähestyminen tähän asiaan on enemmän visuaaliseen yksinkertaisuuteen keskittyvä, kun taas Story puhuu myös itse sisällön yksinkertaisuudesta.

Nielsen (1994) käsittelee joitakin sellaisia käytettävyyden näkökulmia, joita Story (1998) ei ainakaan suoraan tuo omissa periaatteissaan esille. Nielsen tuo heuristiikoissaan esille *tuotteen tilan näkyvyyden, vastaavuuden tosielämän kanssa sekä yhteneväisyyden* tuotteen muiden osien ja muiden vastaavien tuotteiden kanssa. Näiden seikkojen todettiin 2. luvussa Sinkkosen (2006) tekstin pohjalta olevan tärkeitä ikäihmisille palveluiden käytettävyyden kannalta. Lisäksi Nielsen huomauttaa *opastuksen ja ohjeiden* tärkeydestä ja kuvailee millaisia niiden tulisi olla, kun taas Story ainoastaan huomauttaa neljännen periaatteensa yhteydessä. Ohjelma tulisi suunnitella siten, että yksiselitteisten ohjeiden antaminen helppoa ja mahdollista.

3.4 Suunnittelustrategiat

Kaikille sopiva suunnittelu ei aina mahdollista yhtä yksittäistä ratkaisua, joka sopisi kaikille (Design for All Foundation, 2014). Jos yhden kaikille soveltuvan ratkaisun toteuttaminen ei ole mahdollista on suunnitteluun valittava jokin vaihtoehtoinen suunnittelustrategia, jossa riittävän suuri osuus käyttäjärühmästä saavutetaan joko usean ratkaisun yhteisvaikutuksena tai varta vasten valmistetuilla erityisratkaisuille. Design for All Foundation (2014) listaa sivuillaan seuraavat suunnittelustrategiat sekä esimerkkejä niiden käytöstä.

1. **Säädettävä** tuote, joka mukautuu eri käyttäjien tarpeisiin. Esimerkkinä tästä säädettävä työtuoli.
2. **Mallisto** tuotteita, jotka ovat pääosin keskenään samanlaisia, mutta eroavat toisistaan joltain osin. Esimerkkinä vaatteiden tai kenkien koot.
3. **Vaihtoehtoinen ratkaisu** ensisijaiselle vaihtoehdolle. Esimerkiksi tekstitykset videossa tai kulkuramppi, jolla on mahdollista ohittaa portaat. Vastaavalla tavalla voidaan

huomioida erilaiset apuvälineet kuten pyörätuolit tai lastenrattaat, esimerkiksi tarjoamalla hissi kerrosten välillä liukuportaiden sijasta.

4. Voidaan tarjota erilaisia **lisäpalveluita** niitä tarvitseville. Esimerkiksi ruudunlukuohjelmat tai invakuljetukset.

5. Tuote voidaan tehdä **tilaustyönä** asiakkaan tarpeiden ja mittojen mukaan. Esimerkkinä erilaiset proteesit ja konsultointipalvelut, kuten asianajajat.

3.5 Verkkosisällön saavutettavuusohjeet

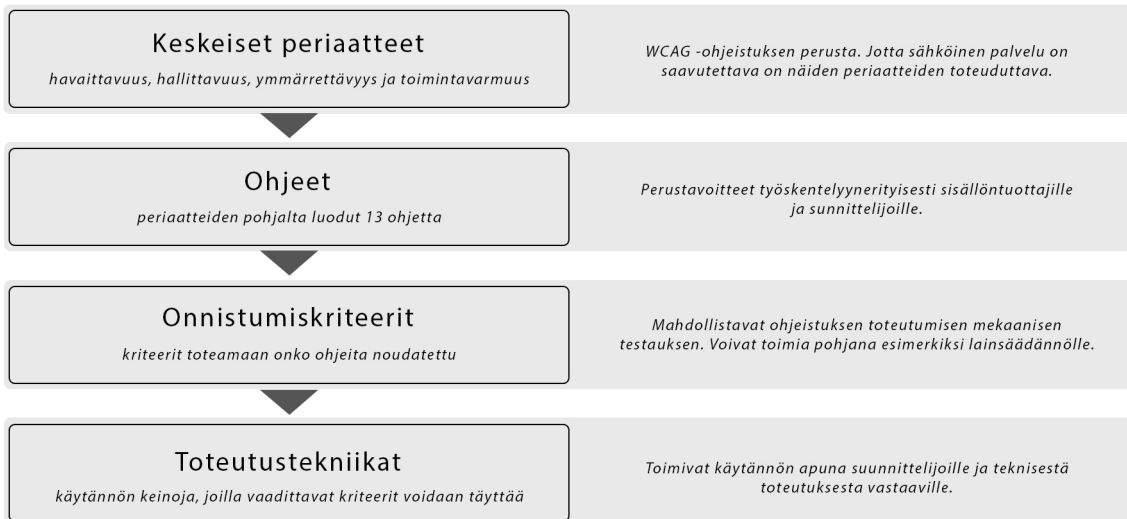
Kaikille sopivan suunnittelun periaatteiden pohjalta on luotu paikallisia ja kansainvälisiä ohjeistuksia. Tässä luvussa käsitellään niistä erityisesti Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) ohjeistusta (W3C, 2018). WCAG -ohjeistusta ylläpitää World Wide Web -konsortio (W3C) ja ohjeistuksen uusin versio on vuonna 2018 hyväksytty WCAG 2.1 (Celia, 2019).

WCAG -ohjeistuksen rakenne on vastaavanlainen, kuin mitä luvun 3 alussa esitelty Storyn (1998) työryhmä hahmotteli tutkimuksensa lopputuloksena kaikille sopivan suunnittelun perustaksi. Ohjeistuksessa on neljä tasoa: *periaatteet, ohjeet onnistumiskriteerit sekä riittävät ja neuvoa-antavat tekniikat* (W3C, 2018). WCAG -ohjeistus (2018) kertoo, että ohjeistusta tarjotaan useilla eri tasoilla, jotta ohjeistusta hyödyntävien eri kohderyhmien, kuten suunnittelijoiden, sovelluskehittäjien, päättäjien, hankinnoista vastaavien sekä opettajien ja opiskelijoiden tarpeisiin pystyttäisiin vastaamaan.

Ohjeistuksen (W3C, 2018) ylimmällä tasolla ovat saavutettavuuden neljä perus *periaatetta*: havaittavuus, hallittavuus, ymmärrettävyys ja toimintavarmuus. Jokaiselle näistä periaatteista on koottu yhdestä viiteen *ohjetta*, jotka auttavat ymmärtämään vaadittuja kriteereitä ja *tekniikoita* paremmin. Jokaiselle ohjeelle on asetettu *onnistumiskriteerejä* joiden toteutuminen lopullisessa ratkaisussa on mahdollista todeta testaamalla. Onnistumiskriteerien ovat tärkeitä määrittelydokumentaatioissa, säädöksissä ja sopimuksissa. Eri kriteerit on jaettu kolmeen luokkaan, A (matalin), AA ja AAA (korkein). Mitä korkeamman tason kriteerit verkkopalvelu täyttää, sitä laajemmalle joukolle käyttäjiä se on saavutettava (Celia, 2019). Korkeintaan luokka ei kuitenkaan takaa, että palvelu olisi saavutettava kaikille käyttäjille (W3C, 2018).

Lopuksi jokaiselle ohjeistukselle ja onnistumiskriteerille on annettu *tekniikoita*, joilla halutut kriteerit voidaan saavuttaa (W3C, 2018). Jokaiselle tekniikalle on annettu tarkka tekstimuotoinen kuvaus, sekä usein myös lähdekooditason esimerkkejä.

WCAG-2.1 -ohjeistuksen rakenne



Kuva 2: WCAG-2.1 -ohjeistuksen rakenne W3C -järjestön (2018) tekstin pohjalta.

Celian (2019) mukaan WCAG -ohjeistus parantaa erityisesti palveluiden saavutettavuutta tekniseltä kannalta, eli että käyttäjä pystyy hyödyntämään palvelun toiminnallisuuksia ja palvelu tukee esimerkiksi ruudunlukuohjelmia ja muita apuvälineitä. Ohjeistus saattaa teknisen painotuksensa vuoksi olla hieman vaikeaselkoinen muille kuin verkkopalveluiden suunnitteluun ja tekniseen toteutukseen perehtyneille henkilöille.

WCAG -ohjeistuksesta on tullut EU:ssa ja siten myös Suomessa merkittävä, sillä laki digitaalisten palveluiden saavutettavuudesta (306/2019) viittaa standardiin ICT-hankinnoista (EN 301 549 v.2.1.2), jossa taas viitataan juuri WCAG -ohjeistuksen kriteeristöön (Celia, 2019). Laki digitaalisten palveluiden saavutettavuudesta perustuu EU:n direktiiviin (2016/2102) julkisen sektorin elinten verkkosivustojen ja mobiilisovellusten saavutettavuudesta, jossa niin ikään viitataan samaiseen EN-standardiin ICT-hankinnoista. Keskeinen syy sille, että WCAG -ohjeistus on valittu esimerkiksi EU:n saavutettavuusdirektiivin taustalle on sen yksiselitteinen testattavuus mekaanisilla testeillä (Celia, 2019).

Laki digitaalisten palveluiden tarjoamisesta velvoittaa julkisia toimijoita, kuten valtiota, kuntia, yliopistoja ja muita julkisiksi katsottuja tehtäviä hoitavia tahoja (Aluehallintovirasto, 2019). Näiden toimijoiden tarjoamien sähköisten palveluiden on muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta käytännössä läpäistävä WCAG 2.1. -ohjeistuksen kaikki A- ja AA-tason kriteerit. Lain tavoitteena on varmistaa kaikille käyttäjille vammoista tai toimintarajoitteista huolimatta mahdollisuus käyttää julkisia sähköisiä palveluita. Laki tulee vaiheittain voimaan vuosien 2019-2021 aikana.

3.6 Käyttäjakeskeinen suunnittelu

Sekä kaikille sopivan suunnittelun periaatteet, että WCAG -ohjeistus tarjoavat ainoastaan lähtökohdan käyttäjät huomioon ottavalle suunnitteluprosessille (Story, 2001; Celia, 2019). Story totesi itse näin työryhmänsä työstä ja mm. Saavutettavasti.fi sivusto huomauttaa WCAG -ohjeistuksen keskittyvän nimenomaan tekniseen saavutettavuuteen, mutta se ei juurikaan ota kantaa sisällön ymmärrettävyyteen tai käytettävyyteen.

Myös Nielsen (1995) totesi käytettävyyden heuristisen arvioinnin kyllä löytävän sellaisia ongelmia, joita käyttäjätestauksella ei löydetä, mutta toisaalta heuristisen arvioinnin ei taas välttämättä löydä kaikkia niitä ongelmia, jotka käyttäjättestaus tuo esiin. Tässä luvussa käsitellään käyttäjakeskeistä suunnittelua ja käyttäjän ottamista mukaan suunnitteluprosessiin.

Käyttäjakeskeinen suunnittelu yhdistää prosessina tuotteen tai sen konseptin lopulliseen valmistusprosessiin (Väänänen-Vainio-Mattila, 2011). Käyttäjakeskeisellä suunnittelulla tuodaan suunnitteluprosessiin tietoa käyttäjän ja organisaation vaatimuksista tuotteelle. Olennaista on, että prosessissa käytettävä tieto on lähtöisin käyttäjille tehdystä tutkimuksesta, jolloin se on todenmukaisempaa kuin suunnittelijan oma intuitio asiasta.

ISO 9241-210-standardissa (2010) määritellään käyttäjakeskeisen suunnittelun periaatteita, prosesseja ja menetelmiä. Keskeisiä periaatteita on kuusi, joista ensimmäinen on *käyttäjien, tehtävien ja ympäristön ymmärtäminen*. Tärkeä osa tätä on olennaisten käyttäjäryhmien ja käyttötapausten tunnistaminen, jotta nämä ylipäätään voidaan ottaa suunnitteluprosessissa huomioon.

Standardin (ISO9241-210, 2010) toinen periaate *käyttäjien mukana oleminen koko suunnitteluprosessin ajan*. Tähän liittyy myös kolmas periaate siitä, että *design tehdään ja sitä parannetaan käyttäjiltä saadun palautteen pohjalta*. Myös Nielsen (1995) huomautti, että paras tapa käyttää heuristista arviointia on iteroida sen ja käyttäjätestauksen välillä. Tähän ottaa kantaa myös ISO 9241-210-standardin (2010) neljäs periaate siitä, että *suunnitteluprosessi on iteratiivinen*. Yksi tärkeä syy tähän on, että käyttäjien on helpompi ilmaista tarpeitaan vastauksena jonkinlaiseen suunnittelijan tekemään prototyyppiin tai muuhun ehdotukseen. Iterointia voi tapahtua myös tuotteen muiden näkökulmien, kuten valmistusteknisten vaatimusten kohdalla.

Standardin (ISO9241-210, 2010) viides periaate korostaa *koko käyttäjäkokemuksen huomioon ottamista*. Käytettävyys ei rajoitu ainoastaan itse tuotteen käytettävyyteen, vaan myös ohjeistukseen, tuotteen huoltoon ja korjaukseen sekä muihin tuotetta ympäröiviin palveluihin ja ratkaisuihin. Kuudes periaate kannustaa suunnittelutiimin monipuolisuuteen ja laaja-alaiseen osaamiseen, jotta eri näkökulmat saadaan tehokkaasti mukaan suunnitteluprosessiin.

Edellä mainittujen periaatteiden lisäksi standardi (ISO9241-210, 2010) kuvaa myös itse käyttäjäkeskeisen prosessin valmistelun. Lisäksi kuvataan prosessin eri vaiheet. Ohjeistuksista (kuten WCAG) ja standardeista saatu tieto tuodaan mukaan erityisesti siinä prosessin vaiheessa, kun käyttäjien vaatimusten pohjalta toteutetaan ratkaisu. WCAG:n (W3C, 2018) onnistumiskriteerejä puolestaan voidaan hyödyntää ratkaisun arvioinnin vaiheessa prosessia.

4 Johtopäätökset

Kokonaisuutena ikäihmiset ovat laaja ja heterogeeninen joukko, joka muodostaa merkittävän osuuden monien sähköisten palveluiden käyttäjistä. Ikäihmisillä esiintyy erilaisia aisiteihin ja tiedon käsittelyyn liittyviä erityistarpeita, jotka on tärkeää huomioida palveluiden kehityksessä. Huomion kiinnittäminen muun muassa väreihin, kontrastiin, tekstin kokoon ja sisällössä käytettäviin käsitteisiin ovat esimerkkejä keinoista, joilla yleisiin ikäihmisten erityistarpeisiin voidaan vastata.

Lähes kaikki mahdolliset erityistarpeet ja niiden tapa jolla ne vaikuttavat käyttäjän toimintaan ovat kuitenkin hyvin yksilöllisiä. Suunnittelussa tämä on syytä huomioida keräämällä tietoa riittävän laajasta käyttäjäjoukosta ja pyrkimään aktiivisesti tiedostamaan eri osa-alueita, joilla erityistarpeita esiintyy. Laajan tiedon keruun ja käyttäjätestauksen lisäksi olisi suunnittelijoiden hyvä myös tuntea valmiiks tarkemminkin erilaisia erityistarpeita, joita käyttäjillä saattaa esiintyä ja ottaa ne huomioon suunnittelussa.

Lisäksi hallita kyky tunnistaa ja korjata erityisryhmien käytettävyyden ja saavutettavuuden ongelmia olisi tärkeä sekä suunnittelijoille, että sähköisten palveluiden teknisestä toteutuksesta vastaaville henkilöille. Tiedon saanti ei tällöin olisi riippuvainen ainoastaan keinoista, kuten käyttäjätestauksesta ja saavutettavuusarvioinnista.

Kaikille sopivan suunnittelun ajatuksena on luoda monitasoinen ohjeistus parantamaan suunnitteluprosessin eri osa-alueita. Storyn (1998) ohjeistus koostui suunnittelun keskeisistä periaatteista. Tämän lisäksi ehdotettiin lisätasoiksi hyväksymistestejä sekä käytännön strategioita, joilla testien vaatimukset voitaisiin täyttää.

Esimerkkinä muun muassa EU:n saavutettavuusdirektiivin taustalla oleva WCAG - ohjeistus toteuttaa nimenomaan tätä rakennetta. Rakenne on toimiva nimenomaan siihen kuuluvien onnistumiskriteerien ja toteutustekniikoiden ansioista. Onnistumiskriteereillä voidaan määritellä tarkat mekaaniset ehdot sille, millainen sähköinen palvelu on riittävä saavutettavuuden kannalta, jolloin kriteerit soveltuvat esimerkiksi juuri lainsäädännön pohjaksi. Toteutustekniikat taas antavat harkittuja käytännön esimerkkejä palveluiden toteuttajille niistä keinoista, joilla he voivat vaaditut kriteerit täyttää.

Saavutettavuus ja käytettävyys ovat kuitenkin kaksi eri tekijää palvelun helppokäytöisyyden kannalta. Saavutettavuusohjeistukset kuten WCAG eivät ota kantaa kaikkiin käytettävyyden kannalta tärkeisiin seikkoihin. Saavutettava palvelu ei vielä välttämättä ole käytettävä ja toisinpäin. Lisäksi mekaanisen saavutettavuuden ja käytettävyyden,

kuten teknisen toteutuksen ja elementtien asettelun huomioiminen ei takaa sitä, että itse palvelun sisältö olisi ymmärrettävä käyttäjälle. Sisällön ymmärrettävyyteen eri ohjeistukset ja standardit tarjoavat heikosti apua. Tässä kohtaa korostuukin käyttäjien ottaminen mukaan suunnitteluprosessiin.

Jotta lopputulos on onnistunut, on tärkeää luoda sekä toimiva suunnitteluprosessi, että hallita laajasti erilaisia ratkaisukeinoja erityistarpeiden huomiointiin. Toimiva suunnittelu prosessi vaatii laaja-alaista käyttäjätestausta ja siitä saatavan tiedon huomioimista suunnittelussa. Oman kokemukseni mukaan suunnitteluprosessi ja käyttäjätestauksen merkitys ovat sähköisten palveluiden kehityksen alalla jo varsin hyvin tunnettuja ja niitä esimerkiksi opetetaan alan oppilaitoksissa.

Erilaisten erityistarpeiden tunteminen ja eri saavutettavuus- ja käytettävyystekniikoiden tunteminen on kuitenkin nähdäkseni vähemmän yleistä, eikä esimerkiksi WCAG:n kaltaisten teknisten saavutettavuusohjeistusten olemassaoloa opeteta yhtä yleisesti. Nyt kun saavutettavuuden osalta asioihin on julkisten palveluiden osalta pakko kiinnittää huomiota lainsäädännön ansioista, saattaa tämäkin osaaminen yleistyä. Lainsäädäntö ei kuitenkaan pysty palveluiden sisällön ymmärrettävyyttä tällä hetkellä takaamaan, kuten WCAG -ohjeistuksen puutteiden osalta todettiin. Sisällön ymmärrettävyyteen huomion kiinnittäminen jääkin onkin toistaiseksi sisällöntuottajien omalla vastuulla.

Lähteet

- Aluehallintovirasto. Digi kuuluu kaikille! - lait ja standardit, 2019. URL <https://www.saavutettavuusvaatimukset.fi/lait-ja-standardit/>. (Luettu: 10.5.2020).
- Celia. Saavutettavasti.fi - tietoa saavutettavuudesta, 2019. URL <https://www.saavutettavasti.fi/tietoa-saavutettavuudesta/>. (Luettu: 9.5.2020).
- Sara J. Czaja ja Wendy A. Rogers. *System design for the older user*. CHI 2000 Tutorial, 2000.
- Design for All Foundation. Design for all is design tailored to human diversity, 2014. URL <http://designforall.org/design.php>. (Luettu: 9.5.2020).
- Selwyn Goldsmith. *Designing for the Disabled*. ERIC, 1967.
- Sandra Gordon-Salant ja Peter J. Fitzgibbons. Selected cognitive factors and speech recognition performance among young and elderly listeners. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40(2):423–431, 1997.
- Aurora Harley. Icon usability, 2014. URL <https://www.nngroup.com/articles/icon-usability/>. Nielsen Norman Group. (Luettu: 16.4.2020).
- ISO9241-210. Human-centred design for interactive systems, 2010. ISO/TC159/SC4. Sveitsi, Geneve: Int. Org. for Standardization.
- Ronald L. Mace. Universal design in housing. *Assistive Technology*, 10(1):21–28, 1998. doi: 10.1080/10400435.1998.10131957. URL <https://doi.org/10.1080/10400435.1998.10131957>. PMID: 10181147.
- Scott I. MacKenzie, Abigail Sellen ja William A. S. Buxton. A comparison of input devices in element pointing and dragging tasks. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '91, sivu 161–166, New York, NY, USA, 1991. Association for Computing Machinery. ISBN 0897913833. doi: 10.1145/108844.108868. URL <https://doi.org/10.1145/108844.108868>.
- Martez E. Mott ja Jacob O. Wobbrock. Cluster touch: Improving touch accuracy on smartphones for people with motor and situational impairments. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, sivut 1–14, 2019.
- Jakob Nielsen. Heuristic evaluation. in nielsen, j., and mack, r.l. (eds.), 1994. Usability Inspection Methods, John Wiley & Sons, New York, NY.

- Jakob Nielsen. Characteristics of usability problems found by heuristic evaluation, 1995. URL <https://www.nngroup.com/articles/usability-problems-found-by-heuristic-evaluation/>. Nielsen Norman Group. (Luettu: 21.5.2020).
- Elaine Ostroff. Universal design: An evolving paradigm. *Universal design handbook*, 2001.
- Irmeli Sinkkonen, Hannu Kuoppala, Jarmo Parkkinen ja Raino Vastamäki. *Käytettävyyden psykologia*. Edita Prima Oy. Helsinki., 2006.
- Molly Follette Story. Principles of universal design. *Universal design handbook*, 2001.
- Molly Follette Story, James L Mueller ja Ronald L Mace. *The universal design file: Designing for people of all ages and abilities*. ERIC, 1998.
- Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Ikääntymiseen liittyvät fysiologiset muutokset ja liikuntaharjoittelu, 2015. URL <https://www.kaypahoito.fi/nix01182>. (Luettu: 4.4.2020).
- Kaisa Väänänen-Vainio-Mattila. *Käytettävyys ja käyttäjäkeskeinen suunnittelu. Teoksessa Oulasvirta A. (toim.). Ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutus*. Gaudeamus Helsinki University Press. Helsinki., 2011.
- W3C. Verkkosisällön saavutettavuusohjeet (wcag) 2.1, 2018. URL <https://www.w3.org/Translations/WCAG21-fi/>. (Luettu: 9.5.2020).
- Lauren Werner, Gaojian Huang ja Brandon J. Pitts. Automated speech recognition systems and older adults: A literature review and synthesis. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, osa 63, sivut 42–46. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, 2019.
- Arthur Wingfield ja Patricia A. Tun. Spoken language comprehension in older adults: Interactions between sensory and cognitive change in normal aging. *Seminars in hearing*, osa 22, sivut 287–302. Thieme Medical Publishers Inc., 2001.
- Yhdistyneet kansakunnat. World population prospects, 2019. URL <https://population.un.org/>. (Luettu: 3.3.2020).