

Lotta Aho

SAAVUTETTAVUUDEN HAASTEET JUL- KISEN LIIKENTEEEN MOBIILISOVELLUK- SISSA

Kandidaatintyö
Johtamisen ja talouden tiedekunta
Elokuu 2021

TIIVISTELMÄ

Lotta Aho: Saavutettavuuden haasteet julkisen liikenteen mobiilisovelluksissa
Challenges of web accessibility in public transport mobile applications
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Tietojohtaminen
Elokuu 2021

Tässä kandidaatintyössä tarkastellaan julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteita. Työn tavoitteena on määritellä julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteet ja mobiilisovelluksille yleiset saavutettavuuden haasteet. Tunnistettuja haasteita havainnoidaan Tampereen joukkoliikenteen Nysse Mobiili -sovelluksen tarkastelun avulla. Lisäksi pyritään tunnistamaan saavutettavuuden huomioimiseen mobiilisovelluksen kehityksen aikana vaikuttavia tekijöitä ja tietotarpeita. Älypuhelinien, ja siten myös mobiilisovellusten merkitys ihmisten arjen toiminnoissa kasvaa jatkuvasti. Mobiilisovellusten käyttäjäkunta on siis laaja, ja yhdenvertaisuuden periaatteiden toteutumiseksi on tärkeää, että kaikilla on yhtä hyvät lähtökohdat mobiilisovellusten hyödyntämiseen arjessaan. Tätä tukee mobiilisovellusten saavutettavuuden tarkastelu ja edistäminen.

Tutkimus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, jonka aineisto koostui 31 artikkelista ja konferenssijulkaisusta. Kirjallisuuskatsaus tehtiin mukaillen Finkin (2019) systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mallia. Aineistoa etsittiin Andor-tiedonhakuportaalista sekä Web of Science -tietokannasta. Koska julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuudesta ei ole juurikaan tehty suoraa tutkimusta, aineisto koostui kirjallisuudesta, joka käsittelee julkisen liikenteen mobiilisovelluksia ja mobiilisovellusten saavutettavuutta. Aihetta eri näkökulmista sivuavan aineiston avulla saatiin muodostettua synteesi aiheesta, vaikka käytettävissä ei ole aihetta suoraan käsittelevää tutkimusta. Kirjallisuuskatsauksessa käytetyt aineistot käsittelevät saavutettavuutta yleisesti, mobiilisovellusten saavutettavuutta, saavutettavuutta sovelluskehitysprosessissa ja julkisen liikenteen mobiilisovelluksia.

Kirjallisuudesta voidaan tunnistaa joitain julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteita. Näitä ovat ristiriita esteettömyyden, esteettömyysviestinnän ja sähköisten palveluiden välillä, karttojen heikko saavutettavuus sekä monimutkaisen palvelujärjestelmän tuomat viestinnän, tiedonvälityksen ja sähköisten palveluiden saavutettavuuden ongelmat. Aineiston perusteella mobiilisovellusten saavutettavuuteen yleisesti liittyy myös suuri määrä monimuotoisia haasteita. Kyseisten haasteiden huomioiminen voisi parantaa mobiilisovellusten saavutettavuutta kaikille käyttäjryhmille. Aineistosta tunnistettavia tärkeimpiä mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteita ovat navigaation monimutkaisuus, elepohjainen vuorovaikutus, käyttöliittymän haasteet, avustavien teknologioiden yhteensopivuuden ongelmat ja esteettiset tekijät. Mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteita havainnollistettiin Nysse Mobiili -sovelluksen tarkastelun kautta. Tarkastelussa Nysse Mobiiliin voitiin todeta olevan saavutettavuudeltaan melko hyvällä tasolla, eivätkä kirjallisuudesta tunnistetut haasteet korostuneet kyseisessä sovelluksessa erityisen paljon. Edellä esiteltyjen saavutettavuuden haasteiden lisäksi kirjallisuudesta voidaan tunnistaa saavutettavuuden huomioimiseen mobiilisovelluksen kehityksen aikana liittyviä tekijöitä. Sovelluskehitysprosessissa saavutettavuuden huomioimista heikentää erityisesti tiedonpuute ja virheellinen tai liian suppea ymmärrys saavutettavuudesta. Kirjallisuuden perusteella saavutettavuuden huomioimiseksi sovelluskehitysprosessissa on ymmärrettävä käyttäjryhmien tarpeet ja kyvykkyydet, sekä tarkasteltava sitä, missä vaiheessa sovelluskehitysprosessia saavutettavuuden näkökulma otetaan huomioon. Näiden asioiden huomioon ottamiseen vaikuttaa motivaatio työskennellä saavutettavuuden edistämiseksi.

Avainsanat: saavutettavuus, käytettävyys, mobiilisovellukset, julkinen liikenne

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ALKUSANAT

Saavutettavuus oli jo ennen kandidaatintyöseminaarin alkamista aihe, josta pohdin kirjoittavani kandidaatintyöni. Olen kiinnostunut myös liikennejärjestelmistä, ja kaupunki- ja julkinen liikenne kiinnostavat minua erityisen paljon. Halusin siis jollain tapaa sisällyttää myös liikennejärjestelmien näkökulman työhöni. Aiheeni, saavutettavuuden haasteet julkisen liikenteen mobiilisovelluksissa, muovautui lopulliseen muotoonsa ajatuskarttojen, aineistojen selailemisen ja ohjaajan kanssa käytyjen keskustelujen myötä.

Haluankin kiittää ohjaajaani Ilona Ilvosta tuesta ja pohdinnoista liittyen sekä itse kandidaatintyön aiheeseen ja sisältöön että kandidaatintyöprosessiin oppimistapahtumana. Kiitos myös perheelleni ja ystävilleni kannustuksesta, kuuntelemisesta ja oikolukemisesta koko kesäprojektin aikana.

Sysmässä, 28.7.2021

Lotta Aho

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Tutkimuksen taustat	1
1.2 Tutkimusongelma ja rajaukset	3
1.3 Työn rakenne	4
2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA TUTKIMUSAINEISTO	5
2.1 Tutkimusmenetelmä	5
2.2 Tutkimusaineisto	8
2.3 Tutkimuksessa käytettävät käsitteet	9
3. SAAVUTETTAVUUS MOBIILISOVELLUKSISSA	11
3.1 Saavutettavuuden määritelmä	11
3.2 Saavutettavuusohjeistukset	12
3.3 Saavutettavuuden haasteet mobiilisovelluksissa	15
3.4 Saavutettavuuden haasteet mobiilisovelluksen kehityksessä	19
3.5 Yhteenvetoa saavutettavuudesta	21
4. JULKISEN LIIKENTEEN MOBIILISOVELLUKSET	24
4.1 Mobiilisovellukset osana julkista liikennettä	24
4.2 Julkiselle liikenteelle ominaiset saavutettavuuden haasteet	25
4.3 Saavutettavuus Nysse Mobiili -mobiilisovelluksessa	28
5. YHTEENVETO	31
5.1 Tutkimuksen tulokset	31
5.2 Tulosten arviointi	32
5.3 Tarve jatkotutkimukselle	33
LÄHTEET	35
LIITTEET	40

1. JOHDANTO

Tässä luvussa taustoitetaan tutkimuksen aihetta. Lisäksi määritellään tutkimuskysymykset ja rajaukset, sekä esitellään työn rakenne.

1.1 Tutkimuksen taustat

Maailman väestöstä noin 15 %:lla on jokin vamma tai toimintarajoite (engl. disability) (World Health Organization 2020). Toimintarajoitteisuus riippuu ympäristöllisistä ja asenteellisista esteistä, joita henkilö kohtaa arkielämässään (Sanchez-Gordon et al. 2018). Ympäristöstä, sisältäen myös digitaalisen ympäristön, tulisi siis tehdä mahdollisimman monelle henkilölle esteetön ja saavutettava yhdenvertaisuuden edistämiseksi. Saavutettavuudella tarkoitetaan sähköisten palveluiden käytön mahdollistamista toimintarajoitteisille (engl. people with disability), kuten henkilöille, joilla on kuulo- tai näkövamma tai jokin kognitiivinen tai fyysinen haaste (Doyle 2016).

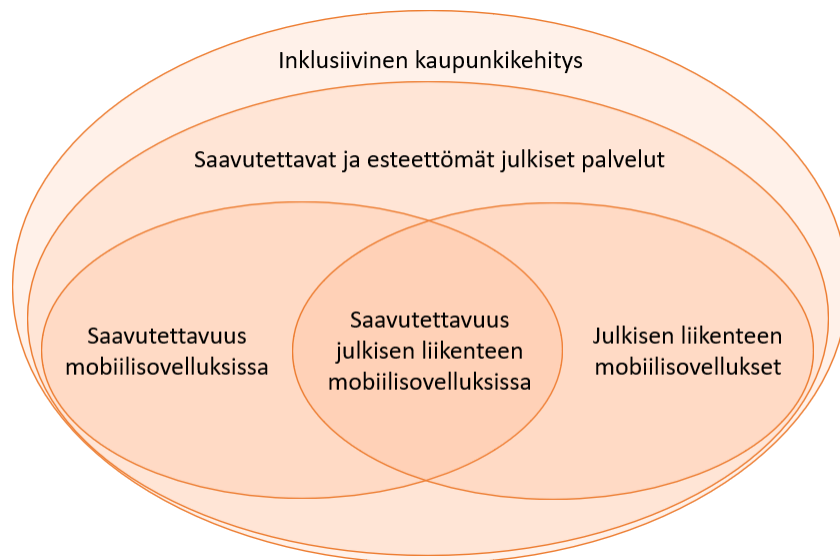
Toisaalta älypuhelinien käyttäjien määrä kasvaa jatkuvasti, ja vuonna 2019 jo yli puolet internetin liikenteestä tapahtui älypuhelinien välityksellä (Statista 2020). Tästä johtuen mobiilisovellusten määrä, ja niiden merkitys ihmisten arjessa kasvavat. Älypuhelinien käytön mahdollistaminen myös toimintarajoitteisille henkilöille mahdollistaa autonomian heidän arjessaan ja siten edistää yhdenvertaisuutta (Akkara & Kuriarose 2019). Siksi on tärkeää, että mobiilisovellusten saavutettavuutta sekä tarkastellaan että edistetään.

Kuten aiemmin todettiin, tarve saavutettaville sähköisille palveluille on merkittävä jo pelkästään toimintarajoitteisten henkilöiden määrän vuoksi. Jotta yhdenvertaisuuden periaatteet toteutuisivat, on tärkeää, että sähköiset palvelut tehdään kaikille saavutettaviksi. Kuitenkin on myös todettu, että toimintarajoitteisten henkilöiden lisäksi saavutettavat verkkosivut helpottavat myös täysin toimintakykyisten toimimista digitaalisissa ympäristöissä. Kaikki, huolimatta toimintakyvyn variaatioista, suoriutuvat siis tehtävistään paremmin saavutettavilla kuin huonosti saavutettavilla verkkosivuilla. (Schmutz et al. 2016) Toisaalta saavutettavien sähköisten palveluiden tuottaminen on kehittäjän näkökulmasta myös pitkällä tähtäimellä taloudellisesti kannattavaa, sillä saavutettavat palvelut lisäävät potentiaalisten asiakkaiden määrää (Barroso et al. 2020).

Verkkosivujen ja mobiilisovellusten määrän kasvun ollessa tällä hetkellä nopeaa, digitaalisen ympäristön luonne myös monimutkaistuu ja monipuolistuu (Harper & Chen

2011). Samalla esimerkiksi arjen toimintojen suorittaminen siirtyy yhä enenevässä määrin verkossa suoritettavaksi, jolloin saavutettavuus tulee olennaiseksi tarkastelun kohteeksi yhdenvertaisuuden periaatteiden ylläpitämiseksi ja edistämiseksi (Schmutz 2016; Brito et al. 2018). Mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteita lisää ja ohjaa käyttöliittymä eli älypuhelin. Koska älypuhelimessa ei ole fyysisiä näppäimiä ja näytön koko on pieni, lisää se saavutettavuuden haasteita mobiilisovelluksissa. (Alajarmeh 2021) Tämän vuoksi tutkimuksen näkökulmana on nimenomaan mobiilisovellusten saavutettavuus.

Kaupunkien kehittyminen on lisännyt kiinnostusta inklusiivista kehitystä kohtaan (Guzman & Oviedo 2018). Inklusiivisella kehityksellä tarkoitetaan kehitystä, joka ottaa huomioon kehityksen sosiaaliset, ekologiset ja poliittiset ulottuvuudet (Gupta & Vegelin 2016). Koska olennainen osa kestävästä kaupunkikehitystä on toimiva ja turvallinen joukkoliikennejärjestelmä (Banister 2008), on kysymys joukkoliikenteen esteettömyydestä ja saavutettavuudesta relevantti. Sen lisäksi, että yhdenvertaisuuden näkökulmasta on tärkeää, että joukkoliikenne on mahdollisimman fyysisesti saavutettavaa eli esteetöntä, on olennaista tarkastella myös joukkoliikenteen mobiilisovellusten saavutettavuutta. Koska joukkoliikenne on julkisen sektorin palvelu, ovat asiakasmäärät suuria ja asiakaskunta monimuotoinen, minkä vuoksi saavutettavuuden huomioiminen julkisen liikenteen sähköisissä palveluissa on erityisen tärkeää. Työn tutkimusaiheen taustaa ja muodostumista on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 1: Tutkimusaiheen muodostuminen.

Tutkimuksessa tarkastellaan siis julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuutta. Vielä tarkemmin keskitytään mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteisiin. Tutkimuksessa siis tunnistetaan kirjallisuuden avulla julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavu-

tettavuuden haasteita. Lisäksi määritellään mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteita yleisesti, sekä mobiilisovelluksen kehityksessä saavutettavuuden huomioimiseen liittyviä tekijöitä. Tavoitteena on siis tunnistaa kirjallisuudesta asioita, jotka vaikuttavat saavutettavuuden huomioimiseen sovelluskehitysprosessin aikana. Seuraavassa alaluvussa avataan tutkimusongelmaa, ja määritellään tutkimuksen näkökulmaa tarkentavat tutkimuskysymykset.

1.2 Tutkimusongelma ja rajaukset

Tutkimuksen aiheena on saavutettavuuden haasteet julkisen liikenteen mobiilisovelluksissa, jota on perusteltu ja taustoitettu edellä. Päättökysymys on seuraava:

- Millaisia haasteita on julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuudessa?

Päättökysymystä eritellään, täydennetään ja tarkennetaan alatutkimuskysymysten avulla. Alatutkimuskysymykset ovat seuraavat:

- Millaisia ovat yleiset mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteet?
- Miten saavutettavuuden haasteet näkyvät Nysse Mobiili -mobiilisovelluksessa?
- Millaisia saavutettavuuden huomioimiseen liittyviä tekijöitä tunnistetaan, kun tarkastellaan saavutettavuuden haasteiden huomioimista mobiilisovellusta kehitettäessä?
- Tunnistetaanko selkeitä tietotarpeita liittyen saavutettavuuden huomioimiseen mobiilisovellusta kehitettäessä?

Saavutettavuuden tarkastelu rajataan siis mobiilisovelluksiin. Rajausta tarkennetaan koskemaan julkisen liikenteen mobiilisovelluksia. Lisäksi neljännellä alakysymyksellä tarkennetaan hieman kolmannen alakysymyksen näkökulmaa koskemaan nimenomaan tietotarpeiden tarkastelua. Vaikka rajauksena toimii mobiilisovellusten saavutettavuus, teoriataustaa täydennetään myös verkkosivujen saavutettavuutta käsittelevällä aineistolla.

Kolmannen ja neljännen alakysymyksen avulla tavoitellaan ymmärryksen syventämistä sovelluskehitysprosessin saavutettavuushaasteista, ja käsitellään myös mahdollisia saavutettavuuden tietotarpeita sovelluskehitysprosessissa. Tietotarpeilla tarkoitetaan aukkoa nykyisen, hyödynnettävissä olevan tiedon ja tehtävän suorittamiseksi vaaditun tiedon välillä (Laihonen et al. 2013, s. 25). Saavutettavuuden huomioimiseen vaikuttavat tekijät ja mahdollisesti myös tietotarpeet tunnistamalla saavutettavuuden huomioiminen sovelluskehitysprosessin aikana voisi helpottaa.

Vaikka tutkimuksessa tarkastellaan julkisen liikenteen mobiilisovelluksia, tutkimuksen ulkopuolelle rajataan suoraan toimintarajoitteisille, kuten sokeille, tehdyt sovellukset. Tavoitteena on siis tarkastella julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuutta yleisellä tasolla, eikä suoraan toimintarajoitteisille tehtyjen sovellusten näkökulmasta. Tarkastelun tukena käytetään esimerkkiä Tampereen joukkoliikenteen Nysse Mobiili -sovelluksesta, jonka saavutettavuutta tutkitaan kirjallisuudesta löydettyjen mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteiden kautta.

1.3 Työn rakenne

Tutkimus toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuuskatsauksessa sovelletaan Finkin (2019) systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mallia. Luvussa 2 esitellään kirjallisuuskatsauksen tutkimusmenetelmä sekä -aineistot, ja avataan tutkimusaineistojen tarkastelun kannalta olennaisia käsitteitä. Luvussa 3 tarkastellaan saavutettavuutta eri näkökulmista, eli määritellään saavutettavuus, tarkastellaan saavutettavuusohjeistuksia, saavutettavuuden haasteita mobiilisovelluksissa ja saavutettavuuden haasteita mobiilisovellusta kehitettäessä.

Luvussa 4 tarkastellaan julkisen liikenteen näkökulmaa aiheeseen, eli syvennytään mobiilisovelluksiin osana julkista liikennettä, tunnistetaan julkiselle liikenteelle ominaisia saavutettavuuden haasteita ja havainnollistetaan aihetta tarkastelemalla Nysse-mobiilisovelluksen saavutettavuutta. Luvussa 5 esitellään kirjallisuuskatsauksen tulokset, arvioidaan niitä ja esitetään tarpeita jatkotutkimukselle.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA TUTKIMUSAI-NEISTO

Tässä luvussa esitellään kirjallisuuskatsauksen tutkimusmenetelmä ja -aineisto. Lisäksi syvennyttään tutkimuksen kannalta olennaisiin käsitteisiin ja niiden rooliin osana tutkimuksen aihetta.

2.1 Tutkimusmenetelmä

Kuten aiemmin mainittiin, tutkimus toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuuskatsauksessa sovelletaan Finkin (2019, s. 6–7) systemaattisen kirjallisuuskatsauksen seitsemävaiheista mallia. Finkin (2019) systemaattisen kirjallisuuskatsauksen malli valikoitui kirjallisuuskatsauksen rungoksi, jotta kirjallisuuskatsaus saataisiin toteutettua mahdollisimman hyvin tieteellisen tutkimuksen periaatteita noudattaen. Koska tutkimusaihe yhdistää kaksi eri aihetta, eli mobiilisovellusten saavutettavuuden ja julkisen liikenteen mobiilisovellukset, on tärkeää, että kirjallisuuskatsaus toteutetaan suunnitelmallisesti laadukkaiden päätelmien saavuttamiseksi. Kun päätelmät ovat laadukkaita, saadaan muodostettua aiheesta myös laadukas synteesi. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet ovat seuraavat:

1. tutkimuskysymyksen asettaminen
2. tietokantojen valinta
3. hakusanojen ja -lauseiden valinta
4. hakukriteerien määrittäminen
5. metodologinen rajaus
6. katsauksen tekeminen
7. tulosten syntetisointi

Tutkimuskysymykset on esitetty alaluvussa 1.2. Tietokantojen valinnassa Finkin (2019, s. 6–7) mallia ei noudateta täydellisesti, sillä aineistoa haetaan Tampereen yliopiston tiedonhakuportaali Andorista sekä Web of Sciencesta (WoS). Tietokantojen valintaa ei siis tarkenneta yksittäisiin tietokantoihin. Näin menetellään, koska Andorin hakutulokset sisältävät suuren määrän journaaleja ja muita julkaisuita, jotka ovat aiheen kannalta

olennaisia, ja spesifit tietokannat rajattaessa joitain aineistoja saattaisi jäädä hakujen ulkopuolelle. Lisäksi Andorin sekä Web of Sciencen hakujen rajausvaihtoehdot ovat hyvät ja sopivat hyvin aineiston seulomiseen.

Hakuja tehtiin liittyen saavutettavuuteen ja sen haasteisiin, saavutettavuuteen ja sovel-
luskehitykseen sekä julkiseen liikenteeseen ja mobiilisovelluksiin. Hakulausekkeet muo-
dostettiin tutkimuskysymysten pohjalta. Hakulausekkeet muodostuivat iteratiivisesti, eli
jotkin hakulausekkeet muuttuivat ja tarkentuivat tiedonhakuprosessin edetessä. Tämä
johtui siitä, että alkuperäisellä hakulausekkeella ei saatu tutkimuksen kannalta riittävästi
relevantteja tuloksia. Esimerkiksi hakulausekkeella ("public transport*" AND "mobile
app*") tutkimuksen kannalta relevantteja hakutuloksia löytyi melko vähän, joten aineis-
toja etsittiin myös laajemmalla hakulausekkeella ("public transport*" AND (ICT OR "infor-
mation technolog*" OR "information system*")). Hakulausekkeet ja rajoittamattoman haun
tulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1: Rajoittamattoman haun tulokset.

Rajoittamaton haku	Andor	WoS	Yhteensä
("web accessibility" OR accessibility) AND (challenge* OR problem*)	1025861	16250	1042111
("web accessibility" OR accessibility) AND "mobile app*")	23810	526	24336
("web accessibility" AND "public transport*")	147	2	149
("public transport*" AND "mobile app*")	4829	189	5018
("public transport*" AND (ICT OR "information technolog*" OR "information system*"))	34621	1230	246194
("web accessibility" OR accessibility) AND "software devel- opment")	23670	180	23850
			1131315

Hakulausekkeiden muodostamisessa haasteena oli käsitteiden päällekkäisyys konteks-
tista johtuen. Julkisen liikenteen kontekstissa tehtävä tutkimus aiheuttaa sen, että saa-
vutettavuuden ja esteettömyyden käsitteet sekoittuvat, sillä esteettömyys on tärkeä osa
julkista liikennettä. Lisäksi ongelmia tuottivat osittain vakiintumattomat käsitteet, ja niiden
ristiin käyttö. Saavutettavuus (engl. web accessibility) ja esteettömyys (engl. accessibi-
lity) sekoittuvat hakutuloksissa siksi, että englanniksi käsitteet ovat hyvin samankaltaiset.
Lisäksi käsitettä *accessibility* käytetään jonkin verran käsitteen *web accessibility* syno-
nyymina.

Hakulausekkeissa käytettiin siis rinnakkain sekä saavutettavuuden että esteettömyyden
käsitteitä edellä mainitun käsitteiden ristiin käytön vuoksi. Kuitenkin poikkeuksellisesti

hakulausekkeessa ("web accessibility" AND "public transport**") käytettiin vain saavutettavuuden käsitettä, sillä aiemmin mainitusta kontekstin haasteesta johtuen (accessibility AND "public transport**") tuottaa lähinnä esteettömyyteen liittyviä hakutuloksia.

Tietokantojen ja hakulausekkeiden valinnan jälkeen määritettiin hakukriteerit. Hakukriteereiksi valittiin vertaisarvioitu julkaisu (vain Andorissa), julkaisuajankohta 2015–2021 ja kieli englanti. Julkaisuajankohdaksi valittiin vuodet 2015–2021, jotta kirjallisuuskatsauksen aineistot olisivat mahdollisimman ajankohtaisia. Mahdollisimman uusia aineistoja tarkasteltaessa riski vanhentuneen tiedon päätyemisestä osaksi kirjallisuuskatsauksen aineistoa on pienempi, kuin laajemmalla vuosirajauksella. Taulukossa 2 on esitetty rajatun haun tulokset.

Taulukko 2: Hakukriteereillä rajatun haun tulokset.

Rajauksena 2015–2021, vertaisarvioitu, englanti	Andor	WoS	Yhteensä
("web accessibility" OR accessibility) AND (challenge* OR problem*)	213772	8944	222716
("web accessibility" OR accessibility) AND "mobile app**")	3956	220	4176
("web accessibility" AND "public transport**")	23	0	23
("public transport**" AND "mobile app**")	575	162	737
("public transport**" AND (ICT OR "information technolog**" OR "information system**"))	6459	740	24993
("web accessibility" OR accessibility) AND "software development")	3073	89	3162
			238013

Hakutuloksia oli hakukriteerirajoitustenkin jälkeen suuri määrä, minkä vuoksi tehtiin aiherajaus. Aiherajauksena käytettiin aiheita *technology* ja *computer science*, ja julkista liikennettä käsittelevien hakulausekkeiden kohdalla aiheita *technology*, *transportation* ja *urban areas*. Taulukossa 3 on esitetty aiherajauksen jälkeen saatu hakutulosten määrä.

Taulukko 3: Aiherajauksilla tehdyn haun tulokset.

Aiherajauksena technology, computer science	Andor	WoS	Yhteensä
("web accessibility" OR accessibility) AND (challenge* OR problem*)	4854	970	5824
("web accessibility" OR accessibility) AND "mobile app**")	287	139	426
("web accessibility" AND "public transport**")	4	0	4
("public transport**" AND "mobile app**")	59	73	132
("public transport**" AND (ICT OR "information technolog**" OR "information system**"))	2718	340	4482
("web accessibility" OR accessibility) AND "software development")	419	43	462
			9906

Jotta hakutuloksista saatiin seulottua kirjallisuuskatsausta varten sopiva määrä aineistoja, tehtiin metodologinen karsinta. Hakutulokset järjestettiin relevanssin perusteella, jonka jälkeen hakutulosten otsikoiden perusteella tehtiin ensimmäinen karsinta. Tutkimuksen aiheeseen sopimattomat otsikot karsittiin pois, minkä jälkeen jäljelle jäi 68 artikkelia ja konferenssijulkaisua.

Otsikkotason karsinnan jälkeen tehtiin toinen karsinta, eli valittiin tiivistelmän perusteella lopulliseen kirjallisuuskatsaukseen päätyvät aineistot. Karsinnassa seulottiin pois myös aineistot, joissa tiivistelmä oli englanniksi, mutta muu tutkimus toisella kielellä. Lopullisen aineiston määräksi muodostui 31 artikkelia ja konferenssijulkaisua.

Aineistosta rajattiin metodologisessa karsinnassa pois kielellistä saavutettavuutta käsittelevät aineistot, sillä tutkimuksen näkökulma painottuu enemmän teknologioiden ja sähköisten palveluiden saavutettavuuteen, kuin kielelliseen saavutettavuuteen. On kuitenkin huomattava, että myös kielellinen saavutettavuus ja sähköisten palveluiden tekstisisältöjen ymmärrettävyys ovat tärkeä osa saavutettavuutta. Lisäksi aineistosta rajattiin pois lain ja juridiikan näkökulmasta kirjoitetut artikkelit, sillä vaikka saavutettavuuden lakipohja on tärkeä lähtökohta aiheelle, ei se suoraan liity tämän tutkimuksen aiheeseen.

Julkista liikennettä käsittelevien hakulausekkeiden tuloksista rajattiin metodologisessa rajauksessa pois mobility as a service (MaaS) -näkökulmaa tarkastelevat artikkelit, koska tutkimus painottuu enemmän perinteisiin julkisen liikenteen muotoihin, kuten linja-autoihin ja raitiovaunuihin. Lisäksi pois seulottiin vahvasti palveluntuottajan näkökulmasta tehdyt aineistot, kuten artikkelit, jotka käsittelevät tietojärjestelmien hyödyntämistä reitien matkustajamäärien arvioimisessa.

Tietokantahakujen lisäksi kirjallisuuskatsaukseen päätyi artikkeleita myös helmenkasvatustekniikalla. Helmenkasvatustekniikassa tutkimuksen kannalta relevantin lähteen lähdeluettelo käydään läpi, tutustutaan kirjoittajan muihin töihin tai tarkastellaan lähteen asiasanoja uusien lähteiden löytämiseksi (Tampereen yliopiston kirjasto 2021). Käsitteiden määrittelyssä hyödynnettiin myös lähteitä, jotka eivät olleet suoraan osa kirjallisuuskatsauksen aineistoa.

2.2 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineistoon päätyi artikkeleita ja konferenssijulkaisuja, jotka käsittelevät mobiilisovellusten saavutettavuutta, julkista liikennettä ja saavutettavuutta sovelluskehitysprosessissa. Lisäksi osa artikkeleista sivusi aiheeltaan käyttäjäkokemussuunnittelua sekä

motivaatiota liittyen saavutettavuuden huomioimiseen. Kirjallisuuskatsauksen tutkimusaineisto on esitelty liitteessä A. Liitteessä A aineistot on luokiteltu neljään kategoriaan, jotka ovat saavutettavuus, mobiilisovellukset, sovelluskehitysprosessi ja julkinen liikenne.

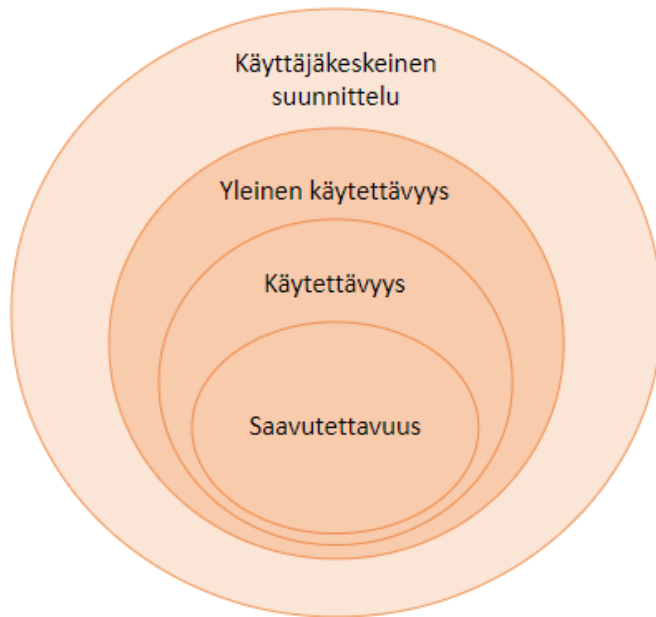
Tutkimusaineistossa saavutettavuutta käsittelevissä artikkeleissa korostui erityisesti näkörajoitteisia koskevat tutkimukset. Tästä johtuen kirjallisuuskatsauksen avulla määritellyt mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteet painottuvat myös näkörajoitteisten kohtaamiin haasteisiin. On kuitenkin huomattava, että näkörajoitteisten kohtaamat saavutettavuuden haasteet koskevat myös muita käyttäjäryhmiä.

Tutkimuksen aiheesta eli saavutettavuudesta julkisen liikenteen mobiilisovelluksissa ei ole juurikaan tehty suoraa tutkimusta. Siksi tutkimusaineiston analysoinnissa on olennaista muodostaa ymmärrys kahdesta erillisestä aiheesta eli mobiilisovellusten saavutettavuudesta ja julkisen liikenteen mobiilisovelluksista. Näin voidaan muodostaa tutkimuksen kannalta tarkoituksenmukainen ja ehjä synteesi aiheesta, sekä mahdollisesti tunnistaa myös joitain aiheeseen liittyviä tutkimusaukkoja.

2.3 Tutkimuksessa käytettävät käsitteet

Jo aiemmin määritellyn saavutettavuuden lisäksi tärkeitä käsitteitä tutkimuksessa käsiteltävän ilmiön ymmärtämisen kannalta ovat käytettävyys ja esteettömyys. Käytettävyydellä (engl. usability) tarkoitetaan käyttäjän mahdollisuutta saavuttaa tavoitteensa tehokkaasti ja tyydyttävästi määritellyssä kontekstissa (ISO 1998). Esteettömyydellä taas tarkoitetaan pääsyä fyysiseen ympäristöön sekä mahdollisuutta käyttää fyysistä ympäristöä, kuten rakennuksia ja julkisia liikennevälineitä (Invalidiliitto 2021).

On esitetty, että saavutettavuus on käytettävyyden alaluokka (Badshah et al. 2020). Lisäksi on esitetty, että saavutettavuus on myös käyttäjäkeskeisen suunnittelun alaluokka (Yesilada et al. 2015). Käyttäjäkeskeisellä suunnittelulla tarkoitetaan käyttäjän tarpeiden ja toiveiden asettamista suunnitteluprosessin keskiöön (Wilkinson et al. 2016). Toisaalta saavutettavuuden ja käytettävyyden on esitetty sisältyvän yleisen käytettävyyden käsitteeseen. Yleinen käytettävyys (engl. universal usability) keskittyy kolmeen käytettävyyden haasteeseen, jotka ovat teknologian moninaisuus, käyttäjien erilaisuus ja käyttäjien tietotarpeet (Shneiderman & Hochheiser 2001). Saavutettavuuden, käytettävyyden ja käyttäjäkeskeisen suunnittelun suhdetta on havainnollistettu kuvassa 2.



Kuva 2: Saavutettavuuden, käytettävyyden ja käyttäjäkeskeisen suunnittelun suhde (mukaillen Yesilada et al. 2015; Badshah et al. 2020).

Vaikka saavutettavuuden ja käytettävyyden käsitteet tarkoittavat eri asioita, ovat käsitteet siis vahvasti linkittyneitä toisiinsa. Tämä on myös aiheuttanut käsitteiden määrittelymiseen, ja niiden välisen suhteen tarkasteluun liittyviä haasteita (Aizpurua et al. 2016). Käsitteiden linkittyneisyyttä havainnollistaa se, että mikäli verkkosivujen kehittämisessä ei oteta huomioon sekä saavutettavuutta että käytettävyyttä, voi verkkosivu muuttua heikoksi joko saavutettavuudeltaan tai käytettävyydeltään (Leporini & Paternò 2008). Käsitteiden suhteen ja vakiintumattomuuden vuoksi kirjallisuuskatsauksen aineistoon päätyi siis myös käytettävyyttä käsitteleviä artikkeleita, vaikka tutkimuksen aihe on saavutettavuus.

Tutkimuksessa tarkastellaan mobiilisovellusten saavutettavuutta, mutta koska aiheen kannalta relevanttia tutkimusta on tehty paljon myös keskittyen lähinnä verkkosivujen näkökulmaan, on tarpeen käyttää käsitettä, joka sisältää sekä mobiilisovellukset että verkkosivut. Tässä tutkimuksessa siis käytetään käsitettä sähköiset palvelut, jolla viitataan mobiilisovelluksiin sekä verkkosivuihin.

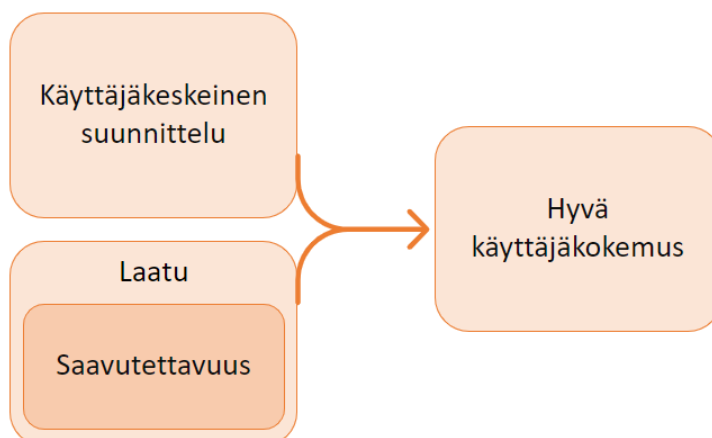
3. SAAVUTETTAVUUS MOBIILISOVELLUKSISSA

Tässä luvussa käsitellään saavutettavuuden käsitettä, saavutettavuusohjeistuksia, saavutettavuuden haasteita mobiilisovelluksissa ja saavutettavuutta osana sovelluskehitysprosessia.

3.1 Saavutettavuuden määritelmä

Kuten aiemmin määriteltiin, saavutettavuudella tarkoitetaan sähköisten palveluiden käytön mahdollistamista toimintarajoitteisille (engl. people with disability), kuten henkilöille, joilla on kuulo- tai näkövamma tai jokin kognitiivinen tai fyysinen haaste (Doyle 2016). Saavutettavuuden määritelmä on kuitenkin edelleen hieman hajanainen, ja näkökulmasta riippuen kyseinen käsite ymmärretään eri tavalla. Välillä saavutettavuutta tarkasteltaessa viitataan pelkästään toimintarajoitteisiin henkilöihin, välillä taas toimintarajoitteisten lisäksi myös vanhempaan väestöön. Myös edellä käsitelty saavutettavuuden ja käytettävyyden suhde on kirjallisuudessa edelleen vakiintumaton. (Yesilada et al. 2015)

Sen lisäksi, että saavutettavuuden ja käytettävyyden suhdetta on tarkasteltu kirjallisuudessa, on myös esitetty, että saavutettavuus on laadun alaluokka (Leite et al. 2021), minkä perusteella laadukkaan palvelun tulisi siis lähtökohtaisesti olla myös saavutettava. Koetun saavutettavuuden ja käyttäjäkokemuksen välillä on myös todettu olevan vahva korrelaatio (Aizpurua et al. 2016). Eräässä tutkimuksessa selvisikin, että saavutettavuuden uskotaan olevan reitti kohti hyvää käyttäjäkokemusta (Yesilada et al. 2015). Kuvassa 3 on havainnollistettu saavutettavuuteen liitetyjä käsitteitä ja niiden yhteyttä hyvään käyttäjäkokemukseen.



Kuva 3: Saavutettavuuteen liittyvät käsitteet ja niiden yhteys hyvään käyttäjäkokemukseen.

On esitetty, ettei saavutettavuuden huomioimisella ole negatiivisia vaikutuksia (Alajarmeh 2021). Tätä vastoin on kuitenkin esitetty, että mikäli verkkosivujen kehittämisessä otetaan huomioon pelkästään saavutettavuuden näkökulma ja jätetään käytettävyys huomiotta, saattaa sivuston käytettävyys kärsiä (Leporini & Paternò 2008). Tämä viittaisi siihen, että vaikka saavutettavuudella ei suoraan ajateltaisi olevan negatiivisia vaikutuksia, saattaa sen tarkastelu muiden sähköisen palvelun ominaisuuksien kustannuksella olla haitaksi palvelun laadulle. Siksi onkin tärkeää, että saavutettavuutta tarkastellaan osana palvelun sisältämien toimintojen kokonaisuutta, eikä yksittäisenä ominaisuutena. Saavutettavuuden kokonaisvaltaisessa ja kontekstisidonnaisessa tarkastelussa voi auttaa saavutettavuusohjeistusten hyödyntäminen. Saavutettavuusohjeistuksia tarkastellaan seuraavassa alaluvussa.

3.2 Saavutettavuusohjeistukset

Saavutettavuusohjeistukset ovat tärkeä osa saavutettavuuden edistämistä, ja toimivat usein lähtökohtana saavutettavuuden tarkastelulle sovelluskehitysprosessissa. Tämä tutkimus ei suoraan käsittele saavutettavuusohjeistuksia, mutta niiden sisällön ja roolin ymmärtäminen on tärkeää, jotta voidaan tarkastella sekä saavutettavuuden haasteita että saavutettavuuden huomioimista sovelluskehitysprosessissa. Lisäksi Nysse Mobiili -sovelluksen tarkastelu pohjautuu osittain verkkosisältöjen saavutettavuusohjeistukseen eli WCAG:hen, minkä vuoksi kyseisen ohjeistuksen ymmärtäminen on tärkeää.

Saavutettavuutta käsittelevässä kirjallisuudessa yleisesti esiintyvä saavutettavuusohjeistus on edellä mainittu WCAG eli verkkosisältöjen saavutettavuusohjeet. WCAG (engl. Web Content Accessibility Guidelines) on joukko suosituksia saavutettavuuden parantamiseksi verkkopalveluiden kehittäjille (W3C 2018). WCAG on olennainen osa useita saavutettavuustutkimuksia ja toimii usein lähtökohtaisena ohjeistuksena sähköisten palveluiden saavutettavuutta tarkasteltaessa.

WCAG rakentuu neljän peruseriaatteen pohjalle, jotka ovat havaittavuus, hallittavuus, ymmärrettävyys ja toimintavarmuus. Jokainen peruseriaate sisältää ohjeita, joiden avulla sähköisen palvelun saavutettavuutta voi tarkastella. Ohjeille on listattu onnistumiskriteerit, joiden avulla voidaan määritellä ohjeiden noudattamisen taso. Tasot ovat A, AA ja AAA, joista A on matalin ja AAA korkein. (W3C 2018)

Ohjeistuksen uusin versio on WCAG 2.1. Vaikka WCAG on tehty teknologiasta riippumattomaksi, on huomattava, että vuonna 2018 julkaistu WCAG 2.1 on ensimmäinen WCAG:n versio, joka sisältää myös mobiilisovellusorientoituneet ohjeistukset (Alajarmeh

2021). WCAG 2.1:n tarkastelu on siis tämän tutkimuksen kannalta olennaista, sillä tutkimuksessa keskitytään nimenomaan mobiilisovellusten saavutettavuuteen. Taulukossa 4 on esitetty WCAG 2.1:een lisätyt uudet onnistumiskriteerit. Taulukon 4 kriteerit ovat siis WCAG 2.0:aa täydentäviä kriteerejä, eli kyseiset kriteerit eivät kata koko WCAG:ta.

Taulukko 4: WCAG 2.1:n uudet onnistumiskriteerit (W3C 2018).

Periaate	Taso	Numero	Kriteeri
Havaittavuus	AA	1.3.4	Asento
	AA	1.3.5	Määrittele syötteen tarkoitus
	AAA	1.3.6	Määrittele tarkoitus
	AA	1.4.10	Responsiivisuus
	AA	1.4.11	Ei-tekstuaalinen kontrasti
	AA	1.4.12	Tekstin välistys
	AA	1.4.13	Sisältö osoitettaessa tai kohdistettaessa
Hallittavuus	A	2.1.4	Yhden merkin pikanäppäimet
	AAA	2.2.6	Aikakatkaus
	AAA	2.3.3	Animaatio vuorovaikutuksen yhteydessä
	A	2.5.1	Osoitineleet
	A	2.5.2	Osoitinlaitteella tehdyn valinnan peruuttaminen
	A	2.5.3	Nimilappu nimessä
	A	2.5.4	Käyttö liikkeen avulla
	AAA	2.5.5	Kohteen koko
	AAA	2.5.6	Rinnakkaiset syötemekanismit
Toimintavarmuus	AA	4.1.3	Tilasta kertovat viestit

WCAG 2.1:lle uusista onnistumiskriteereistä on huomattava, että kaikki uudet alimman tason onnistumiskriteerit koskevat WCAG:n periaatetta hallittavuus. Tämä viittaa siihen, että verkkosivujen ja mobiilisovellusten hallittavuudessa on ollut niin merkittäviä puutteita, että on ollut tarpeen luoda uusia alimman saavutettavuustason kriteerejä. On myös huomattava, että periaatetta ymmärrettävyys ei ole täydennetty yhdelläkään kriteerillä WCAG 2.1:ssä, mikä taas viittaa siihen, että sisällön ymmärrettävyys ei ole käyttöliittymäkohtaista. Ymmärrettävyyden periaatteen voidaan siis tulkita toteutuvan WCAG:n mukaan mobiilisovelluksissa yhtä hyvin kuin verkkosivuilla, mikäli noudatetaan WCAG 2.0:ssa esitettyjä ymmärrettävyydkriteereitä.

WCAG:n lisäksi on olemassa myös muita saavutettavuusohjeistuksia, joista monet ovat sovelluskehitysrytysten omia, sisäisiä ohjeistuksia (Leite et al. 2021). Esimerkiksi BBC on julkaissut oman saavutettavuusohjeistuksensa, joka on suunnattu erityisesti BBC:n mobiilipalveluiden kehittäjille. BBC:n ohjeistuksessa mobiilisovellusten saavutettavuus on jaettu yhteentoista kategoriaan. Kategoriat ovat ääni ja video, suunnittelu, toimituk-

sellinen sisältö, tarkennus, lomakkeet, kuvat, linkit, ilmoitukset, ohjelmakoodit ja dynaaminen sisältö, rakenne ja tekstin vastineet (BBC 2021). BBC:n ohjeistus painottuu siis lähtökohtaisesti enemmän mobiilisovellusten tarkasteluun kuin WCAG, mutta ei kuitenkaan ole kirjallisuudessa yhtä noteerattu kuin WCAG.

Koska WCAG on tehty ei-teknologiasidonnaiseksi, on sen lähtökohta saavutettavuuden tarkasteluun hieman erilainen kuin BBC:n ohjeistuksessa. BBC:n ohjeistuksen koskiessa nimenomaan mobiilisovelluksia, on sen sisältö huomattavasti teknologiapohjaisempaa. Kuten WCAG, myös BBC:n ohjeistus pohjautuu periaatteisiin, joiden puitteissa muuta ohjeistusta tulisi noudattaa. BBC:n ohjeistuksen periaatteet ovat seuraavat: käytä alustaa ja standardeja, kuten niitä on tarkoitettu käytettävän, käytä standardisoituja käyttöliittymäohjaimia aina kun mahdollista, ja tue alustan saavutettavuutta. (BBC 2021) BBC:n ohjeistuksen periaatteet nojaavat vahvasti teknologioiden yhteensopivuuden edesauttamiseen, eli ohjeistuksessa pyritään ottamaan huomioon esimerkiksi näytönlukuohjelmien yhteensopivuus mobiilisovellusten kanssa (BBC 2021). Myös WCAG:ssa yhteensopivuusongelma on otettu huomioon periaatetasolla, sillä periaatteessa toimintavarmuus edellytetään toimintavarmuutta myös avustavia teknologioita käytettäessä (W3C 2018).

Kuten aiemmin mainittiin, saavutettavuusohjeistukset toimivat usein lähtökohtana verkkosivun tai mobiilisovelluksen saavutettavuuden tarkastelulle. Mikäli huomataan jokin saavutettavuuteen tai käytettävyyteen liittyvä ongelma, se voidaan huomioida saavutettavuusohjeistusta hyödyntäen. Saavutettavuusohjeistukset ja käytettävyysongelmat siis liittyvät toisiinsa, sillä saavutettavuusohjeistusten tavoitteena on ottaa käytettävyysongelmat huomioon (Quispe et al. 2020). Tämä viittaisi siihen, että mikäli sähköisen palvelun kehittäjät noudattavat saavutettavuusohjeistusta, myös käytettävyyttä otetaan huomioon, jolloin aikaisemmin mainittu käytettävyyteen ja saavutettavuuteen liittyvä laatuongelma saattaa poistua. Kuitenkin on todettu, että yksi suurimmista saavutettavuuden haasteista on piittaamattomuus verkkosivujen heikosta saavutettavuudesta (Lopes & Carriço 2010). Lisäksi on todettu, että saavutettavuusohjeistukset ovat sovelluskehittäjien mielestä vaikeaselkoisia, minkä vuoksi saavutettavuuden huomioiminen on heikkoa (Spyridonis & Daylamani-Zad 2019).

On myös huomattu, että WCAG:n vaatimukset kattavat vain noin puolet näkörajoitteisten verkkosivuissa kohtaamista saavutettavuuden ongelmista (Power et al. 2012), minkä lisäksi on esitetty, että WCAG 2.1:ssä saavutettavuusongelmien vakavuus ei aina kohtaa onnistumiskriteerien kanssa (Alajarmeh 2021). On myös esitetty, että saavutettavuusohjeistuksista parhaan hyödyn saamiseksi ohjeistusten eri kohdat tulisi priorisoida ja toteut-

taa priorisoinnin mukaisessa järjestyksessä (Quispe et al. 2020). Vaikka saavutettavuusohjeistukset voivat siis toimia hyvänä lähtökohtana saavutettavuuden edistämiseksi, eivät ne nykyisellään riitä yksinään kokonaisvaltaiseen saavutettavuuden arvioimiseen ja kehittämiseen.

3.3 Saavutettavuuden haasteet mobiilisovelluksissa

Mobiilisovellusten saavutettavuushaasteita aiheuttaa pitkälti käyttöliittymä eli älypuhelin. Älypuhelimien käyttöön liittyy laitteelle ominaisia piirteitä, jotka johtuvat kosketusnäytöstä ja fyysisten näppäimien puuttumisesta. Nämä piirteet, kuten elekuvioiden (engl. gestural patterns) käyttö osana laitteen käyttöä vaikuttavat negatiivisesti mobiilisovellusten saavutettavuuteen (Alajarmeh 2021). Elepohjaisilla kuvioilla tarkoitetaan esimerkiksi pyyhkäisyä, nipistämistä ja kaksoisnäpätystä, jotka ovat yleisiä kosketusnäytön käyttöön liittyviä eleitä.

Mobiilisovellusten saavutettavuutta tarkasteleva kirjallisuus painottuu pitkälti näkörajoitteisten kohtaamiin saavutettavuushaasteisiin (Paiva et al. 2021), minkä vuoksi myös tässä kirjallisuuskatsauksessa korostuvat erityisesti näkörajoitteisten kohtaamat haasteet. Kuitenkin on huomattava, että monet näkörajoitteisen kohtaamat haasteet, kuten elepohjaisen vuorovaikutuksen haasteet, voivat tuottaa haasteita myös muille käyttäjäryhmille, kuten kehitysvammaisille henkilöille (Borg et al. 2016) tai vanhuksille.

Kirjallisuudessa tunnistettuja näkörajoitteisten kohtaamia mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteita ovat näppäimet, syöte, elepohjainen vuorovaikutus, näytönlukija, näytön koko, käyttäjäpalaute ja äänikomennot (Damaceno et al. 2018). Saavutettavuuden haasteet voidaan luokitella kolmeen kategoriaan, jotka ovat syöte ja vuorovaikutus, sisällön käsittely ja järjestely, ja tuloste ja palaute (Alajarmeh 2021). Yleisimmät mobiilisovellusten saavutettavuushaasteet on esitetty taulukossa 5 järjestettynä edellä mainittuihin kolmeen kategoriaan. Taulukkoon 5 on nostettu näkövammaisten kohtaamien saavutettavuushaasteet (Alajarmeh 2021) lisäksi kognitiivisia rajoitteita omaavien kohtaamia saavutettavuushaasteita (Dirks & Bühler 2018).

Taulukko 5: Yleisimmät saavutettavuusongelmat kategorioittain (Dirks & Bühler 2018; Alajarmeh 2021).

Kategoria	Haaste
Syöte ja vuoro-vaikutus	Epäjohdonmukaiset ja monimutkaiset eleet
	Leijumisongelma
	Ei mahdollisuutta zoomata
	Ei-kontroloitavat ohjaimet
	Lomakkeet
	Ajastetut vastaukset
	Ei mahdollisuutta perua toimintoa
	Valikko-ongelmat
	Navigaatio
	Pienet, lähellä olevat elementit
	Oikopolkujen puuttuminen
Sisällön käsittely ja järjestely	Dynaaminen sisältö
	Ei-saavutettava CAPTCHA
	Hakutoiminnon puuttuminen
	Esteettisyys, visualisointi ja dekoratiivinen, ei-funktionaalinen sisältö
	Karusellit
	Paikkamerkit
	Selitteiden virheet
	Haastava navigaatio
	Monimutkaiset lomakkeiden ohjaimet
	Ei kotinäppäintä
	Siirtyminen ulkoiseen kohteeseen
	Tarkennusongelmat
	Hampurilaisvalikot
	Huono värikontrasti
	Saavutettavuusasetusten ja omien preferenssien valinnan puuttuminen
Näytön orientaatio	
Visuaalinen media	
Tekstin välitys ja koko	
Tuloste ja palaute	Näytönlukijan ym. avustavien teknologioiden ja mobiilisovelluksen yhteensopivuusongelmat
	Näytönlukijan tulosteet
	Jäljittämätön sisältö
	Virheilmoitukset
	Häiritsevät ilmoitukset
	Palautteen puuttuminen
Ei apua virheilmoitusten ongelmien korjaamiseksi	

Kuten taulukosta 5 huomataan, kirjallisuudessa tunnistettavia mobiilisovellusten saavutettavuushaasteita on suuri määrä. Damaceno et al. (2018) tutkimuksessa tunnistettiin

68 saavutettavuushaastetta, joista suurin osa, kattaen 19 haastetta, koski elepohjaista vuorovaikutusta. Myös muissa tutkimuksissa on todettu elepohjaisten kuvioden olevan haastavia käyttäjille (Alajarmeh 2021). Kuitenkin kirjallisuudessa on myös esitetty, että elepohjainen vuorovaikutus olisi näkövammaisille mobiililaitteen käyttöä helpottava ominaisuus (Wu et al. 2003; Khan & Khusro 2018). Tämä viittaa siihen, että elepohjaisen vuorovaikutuksen on tarkoitettu olevan saavutettavuutta parantava ominaisuus, mutta todellisuudessa siihen liittyy runsaasti saavutettavuutta heikentäviä tekijöitä.

Elepohjaisten kuvioden haasteet liittyvät pitkälti monen sormen samanaikaiseen koordinaatioon sekä visuaalisten kuvioden muistamiseen ja käyttämiseen (Buzzi et al. 2017). On myös todettu, että suurin osa elepohjaisiin kuvioihin liittyvistä ongelmista johtuu siitä, että henkilö koskettaa näyttöä vahingossa toisella sormella, jolloin elepohjainen kuvio epäonnistuu (Kane et al. 2008). Buzzi et al. (2017) ehdottavatkin, että elekuvioden tulisi välttää monen kosketuspisteen liikkeitä, suosia lyhyitä yhden pyyhkäisyn liikkeitä, määrittellä pääsuunnat ja suosia pyöreitä kulmia liikkeissä. Hyödyntämällä kyseisiä ohjeistuksia elepohjaisista kuvioista voitaisiin tehdä saavutettavampia erityisesti näkörajoitteisille henkilöille, mikä parantaisi mobiilisovellusten saavutettavuutta.

Näytönlukijan ja mobiililaitteiden sekä -sovellusten yhteensopimattomuus nousee monessa tutkimuksessa esiin mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteena (Carvalho et al. 2018; Damaceno et al. 2018; Dirks & Bühler 2018; Badshah et al. 2020; Alajarmeh 2021). Näytönlukijat ovat teknologioita, jotka lukevat ääneen laitteen näytöllä olevan sisällön, mahdollistaen laitteen käytön näkövammaisille henkilöille (Damaceno et al. 2018). Mobiililaitteille kehitetyt näytönlukijat ovat kuitenkin huomattavasti vähemmän kehittyneitä kuin tietokoneen näytöille tehdyt, ja niiden kehittäminen vaatiikin tutkimusta ja työtä, jotta näkörajoitteiset pystyvät käyttämään mobiilisovelluksia itsenäisesti. Mobiilisovellusten ja näytönlukijoiden sekä muiden avustavien teknologioiden yhteensopivuushaasteet on huomioitu saavutettavuusohjeistuksissa, kuten WCAG:ssa ja BBC:n saavutettavuusohjeistuksessa, mikä saattaa olla hyvä lähtökohta haasteen ratkaisemiselle.

Navigaatioon liittyvät haasteet ovat kirjallisuuden mukaan yksi yleisimmistä saavutettavuuden haasteista (Carvalho et al. 2018; Damaceno et al. 2018; Alajarmeh 2021). Navigaation ongelmat, kuten leijumisen (engl. hovering) mahdollisuuden puuttuminen, valikkojen epäselvyys ja monimutkaisuus, sekä navigaation ja näytönlukijan yhteiskäytön haasteet aiheuttavat ongelmia liittyen tehtävien suorittamiseen mobiilisovelluksissa (Carvalho et al. 2018; Khan & Khusro 2018; Alajarmeh 2021). On myös todettu, että navigaation selkeyttämiseksi olisi tärkeää, että eri toimintoja, kuten kotivalikkoo, kuvaavat ikonit olisivat tunnistettavia ja niiden käyttö eri sovelluksissa johdonmukaista (Dekelver

et al. 2015; Rezae et al. 2020). Lisäksi niin kutsuttujen hampurilaisvalikkojen, eli pelkästä ikonista avautuvien valikoiden käyttämistä tulisi välttää saavutettavuuden parantamiseksi (Alajarmeh 2021).

Edellä esiteltyjen teknisempien, sovellusarkkitehtuuriin liittyvien haasteiden lisäksi kirjallisuudessa korostuvat mobiilisovellusten visuaaliseen ilmeeseen liittyvät saavutettavuushaasteet. Dekoratiivinen, ei-funktionaalinen ja dynaaminen sisältö sekä visuaalinen media ovat esimerkkejä haasteista, jotka heikentävät mobiilisovellusten saavutettavuutta näkövammaisille ja kognitiivisia haasteita omaaville henkilöille (Dirks & Bühler 2018; Alajarmeh 2021). Lisäksi värien saavutettavuus on haaste, joka tulee huomioida saavutettavaa sähköistä palvelua tehtäessä.

Värien käyttöön ja värikontrastiin liittyvät saavutettavuushaasteet ovat monimutkaisia. Yhtäältä monissa saavutettavuusohjeistuksissa, kuten WCAG:ssa, värikontrastin vaaditaan olevan tietyllä tasolla saavutettavuuden edellytysten täyttämiseksi. Toisaalta on todettu, että esimerkiksi autististen käyttäjien tapauksessa olisi tärkeää, että käytetyt värit olisivat harmoniassa eivätkä liian kirkkaita elementeissä, joihin ei ole tarpeen kiinnittää huomiota (Rezae et al. 2020). On myös todettu, että erityisesti kansainvälisissä ja suurissa yrityksissä yrityksen visuaalisen ilmeen vaatimukset voivat olla ristiriidassa saavutettavuusvaatimusten kanssa, jolloin esimerkiksi saavutettavien verkkosivujen kehittäminen vaikeutuu yrityksen väripaletin ollessa rajallinen (Leitner et al. 2016). Saavutettavuusohjeistukset ja värien saavutettavuuden tarkasteluun tehdyt työkalut, kuten Adobe Color ja WebAIM Contrast Checker, voivat toimia hyvänä lähtökohtana värien saavutettavuuden parantamiselle. Kuitenkin värien saavutettavuuden tarkastelussa tarvitaan myös laaja-alaisempaa ymmärrystä eri käyttäjäryhmistä ja heidän tarpeistaan parhaan lopputuloksen aikaansaamiseksi.

Edellä käsitellyt saavutettavuushaasteet liittyen elepohjaiseen vuorovaikutukseen, avustaviin teknologioihin, navigaatioon, visuaaliseen sisältöön ja värien käyttöön ovat haasteita, jotka voidaan pitkälti ratkaista jo olemassa olevilla työkaluilla, teknologioilla ja osaa misella. On kuitenkin olemassa myös saavutettavuuden haasteita, joiden ratkaisemiseksi tarvitaan uusia teknologioita ja ratkaisukeskeistä suhtautumista saavutettavuuden haasteisiin. Esimerkiksi ei-saavutettava CAPTCHA on saavutettavuuden haaste, joka kaipaisi uutta teknologiaa saavutettavuuden parantamiseksi. CAPTCHA (engl. Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart) on teknologia, jolla pyritään erottamaan ihmiset roboteista sähköisissä palveluissa (Butterfield et al. 2016). Vaikka CAPTCHA voi sisältää nykyään myös esimerkiksi ääneen tai loogi-

seen päättelyyn pohjautuvan vaihtoehdon, liittyy CAPTCHA:an edelleen saavutettavuushaasteita (Alajarmeh 2021). Tämän vuoksi saavutettavan CAPTCHA:n tekeminen vaatisi mahdollisesti kokonaan uutta teknologiaa.

3.4 Saavutettavuuden haasteet mobiilisovelluksen kehityksessä

On todettu, että käytettävyys otetaan harvoin huomioon sovelluskehitysprosessin alkuvaiheissa (Capilla et al. 2020). Tämä viittaa siihen, että myöskään saavutettavuutta ei usein huomioida sovelluskehityksen alkuvaiheilla. On kuitenkin esitetty, että olisi tärkeää ottaa saavutettavuus huomioon jo mobiilisovelluksen kehityksen alkuvaiheessa. Mitä pidemmälle saavutettavuuden tarkastelua sovelluskehitysprosessissa lykätään, sitä kalliimmaksi ja haastavammaksi saavutettavuuden toteuttaminen muuttuu. (Pellegrini et al. 2020)

Eri käyttäjäryhmät jäävät usein sovellusten kehittäjiltä huomiotta saavutettavuusvaatimusten vähyyden vuoksi (Badshah et al. 2021). Julkisen sektorin toimijoiden palveluissa saavutettavuus on otettava huomioon ”verkkosivustojen ja mobiilisovellusten suunnittelussa, kehittämisessä, ylläpidossa ja päivittämisessä” (Direktiivi 2016/2102/EU). Huolimatta lakiin kirjatuihin saavutettavuusvaatimuksista, monien verkkosivujen ja mobiilisovellusten saavutettavuus on edelleen heikkoa, ja saavutettavien palveluiden kehittäminen on kehityksensä alkuvaiheessa (Leitner et al. 2016). Koska saavutettavuusvaatimukset ovat toistaiseksi melko matalat, ei niiden toteuttaminen ole kohtuuttoman vaikeaa tai kallista. Yritysten tulisikin siis nyt panostaa saavutettavuuteen, jotta saavutettavuuden huomioimisesta sovelluskehitysprosessissa muodostuisi alan standardi.

Yrityksen näkökulmasta saavutettavuuden edistämisen motivaatiot voidaan jakaa kolmeen kategoriaan, jotka ovat taloudelliset, sosiaaliset ja tekniset motivaatiot. Vanhentuva väestörakenne tarkoittaa sitä, että yhä suurempi käyttäjäryhmä tarvitsee saavutettavia palveluita, eli saavutettavien palveluiden tuottamisesta tulee yhä taloudellisesti merkittävämpää. (Leitner et al. 2016)

On esitetty, että tiedonpuute käytettävydestä ja saavutettavuudesta on johtanut siihen, että organisaation hallinto ajattelee käytettävyden ja saavutettavuuden olevan monimutkaisia asioita, joiden toteuttaminen vaatii pitkälle vietyä asiantuntijuutta (Taylor 2018). Hong et al. (2015) tunnistavat kolme merkittävintä puutetta, joiden johdannaisia saavutettavuusongelmat usein ovat. Nämä puutteet ovat saavutettavuuden näkyvyys ja se, että sen tarve tunnustetaan, johdon kiinnostus ja valtiotason tuki. Kuten aiemmin mainittiin, tiedonpuute on tärkeä haaste, joka johtaa siihen, ettei saavutettavuutta huomioida.

Lisäksi on esitetty, että vaikka saavutettavuutta tutkitaan ja huomioidaan yritysmaailmassa yhä enemmän, puuttuu silti selkeä dokumentaatio, josta sovellusten analysoijat, kehittäjät ja testaajat saisivat tietoa saavutettavuudesta (Silva et al. 2019). Tätä tukee myös aiemmin mainitut yritysten omille työntekijöilleen tekemät saavutettavuusohjeistukset. Voisi siis päätellä, että olemassa olevat saavutettavuusohjeistukset eivät vastaa sovelluskehittäjien tarpeita, mikä luo yrityksille tarpeen tehdä omia ohjeistuksia aiheeseen liittyen. Sovelluskehittäjien tietotarpeet tunnistamalla voitaisiin edistää saavutettavuuden huomioimista sovelluskehitysprosessin aikana, ja kehittää ratkaisuja saavutettavuuden huomioimiseen liittyviin ongelmiin.

Saavutettavuuteen liittyvän tiedonpuutteen ratkaisemiseksi Taylor (2018) tarjoaa organisaation kattavaa yhteistyötä, ja saavutettavuusongelmien tunnistamiseen käytettäviä teknologioita. Organisaation kattava yhteistyö saattaisi edistää hiljaisen tiedon jakamista saavutettavuudesta, ja siihen liittyvistä lähtökohdista ja edellytyksistä. Koska saavutettavuusohjeistusten heikon noudattamisen on todettu johtuvan ainakin osittain ohjeistusten vaikeaselkoisuudesta (Spyridonis & Daylamani-Zad 2019), voisi organisaation sisäinen keskustelu edesauttaa ohjeistusten tulkintaa ja tiedon jakamista. Lisäksi keskustelu voisi edesauttaa tietotarpeiden tunnistamista, ja niiden viemistä eteenpäin johdolle tai muulle hallinnolliselle portaalle. Keskustelu saattaisi lisätä myös motivaatiota tehdä palveluista saavutettavampia. On esitettykin, että johtajien tulisi suhtautua saavutettavuuteen jo sovelluskehitysprosessin aikana yhtenä sähköisen palvelun toimintojen ydinedellytyksistä (Hong et al. 2015).

Jotta suunnittelijat voivat toteuttaa sähköisiä palveluita, jotka tukevat kognitiivisia haasteita omaavien henkilöiden palvelun käyttöä, on suunnittelijoiden keskityttävä toimintarajoitteiden sijaan käyttäjien kyvykkyyksiin, jotka mahdollistavat palveluiden käytön (Dekelver et al. 2015). Toisaalta koska saavutettavuuden on esitetty olevan käyttäjäkeskeisen suunnittelun alaluokka (Yesilada et al. 2015), on tärkeää, että tunnistetaan käyttäjien halut ja tarpeet sovelluskehitysprosessin aikana. On esitetty, että loppukäyttäjien tulisi olla mukana sovelluskehitysprosessissa sen alusta alkaen, ja käyttäjien ajatuksia tulisi kuulla ja huomioida osallistavasti. Tällöin sekä sovelluksen toimintoja että ulkonäköseikkoja voitaisiin arvioida ja muokata koko prosessin ajan. (Dirks & Bühler 2018) Lisäksi on todettu, että saavutettavuuden huomioisen sovelluskehitysprosessissa tulisi painottua adaptiivisten käyttäjärajapintojen luomiseen ja joustavuuden periaatteeseen (Khan & Khusro 2019). Käyttäjäkeskeinen suunnittelu kuitenkin vaatii käyttäjältä abstraktia ajattelua, joka on usein haastavaa esimerkiksi kehitysvammaisille. Tällöin käyttäjän tarpeiden tunnistamiseen tarvitaan jokin vaihtoehtoinen keino. Yleinen tapa ratkaista tämä ongelma on käyttää mock up -sovelluksia (Dekelver et al. 2016). Mock up -sovelluksilla

tarkoitetaan simulaatiota lopullisesta palvelusta, jota voidaan käyttää markkinoinnissa (Doyle 2016). Mock up -sovellusten avulla sovelluskehittäjät voivat tunnistaa sähköiseen palveluun liittyviä saavutettavuuden haasteita saamalla tietoa käyttäjien kokemuksista (Dekelver et al. 2015).

Saavutettavuuteen liittyy vahvasti empatia sekä motivaatio toimia yhdenvertaisuuden edistämiseksi. Työntekijöiden tarve tuntea olemassaolonsa merkitykselliseksi vaikuttaa positiivisesti yritysten toimintaan saavutettavuuden parantamiseksi (Oh & Chen 2015). Jotta saavutettavuustarkastelua voidaan tehdä hyvin ja kehitysorientoituneesti, olisikin tärkeää ymmärtää, millaisia haasteita toimintarajotteiset henkilöt kohtaavat huonosti saavutettavissa sähköisissä palveluissa. Haasteiden tunnistamista tukee empatia ja halu ymmärtää ja oppia. Tätä taas tukee jonkin verran saavutettavuusohjeistukset ja -tutkimukset, joiden avulla on pystytty osoittamaan, millaisia haasteita palveluilla on toimintarajotteisille. Kuitenkin esimerkiksi autismin kirjoon liittyviä saavutettavuustutkimuksia on tehty melko vähän, ja erittäin vähän hyödyntäen empiriaa (Rezae et al. 2020). Saavutettavien mobiilisovellusten kehittämiseksi tarvittaisiin siis laaja-alaista, empiiristä ja eri käyttäjäryhmät kattavaa tutkimusta, jonka avulla sovelluskehittäjät voisivat ymmärtää paremmin eri käyttäjäryhmien tarpeet.

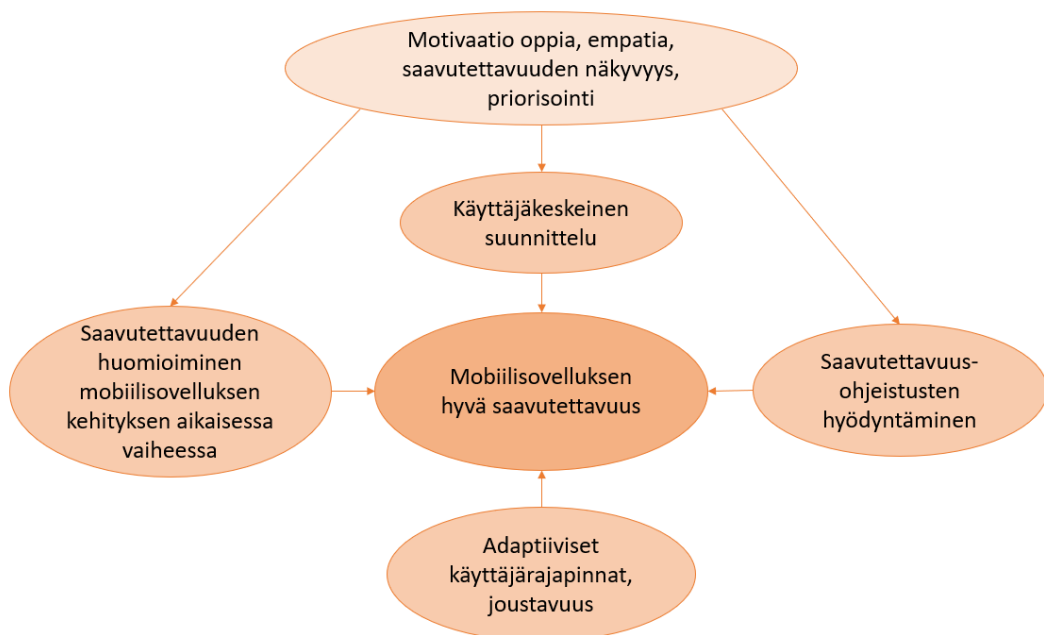
3.5 Yhteenvetoa saavutettavuudesta

Tässä luvussa käsiteltiin mobiilisovellusten saavutettavuutta sekä saavutettavuutta osana mobiilisovelluksen kehitystä. Saavutettavuuden tarkastelu aloitettiin saavutettavuuden käsitteen määrittelyllä, ja sen roolin tarkastelemisella suhteessa laatuun ja käyttäjäkeskeiseen suunnitteluun. Saavutettavuusohjeistuksista WCAG on tällä hetkellä yleisimmin käytetty ja toimiikin usein lähtökohtana verkkosivun tai mobiilisovelluksen saavutettavuuden tarkastelulle. WCAG 2.1 on kyseisen saavutettavuusohjeistuksen uusin versio, ja sisältää ensimmäistä kertaa myös mobiilisovellusorientoituneet ohjeistukset.

Kuten taulukosta 5 nähdään, mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteet ovat moninaisia, eivätkä aina ratkea pelkästään sovellusarkkitehtuuria muuttamalla. Esimerkiksi näytönlukijan ja mobiilisovellusten yhteensopivuuden edistäminen vaatii tulevaisuudessa paljon poikkileikkaavaa yhteistyötä eri toimijoiden välillä saavutettavuushaasteiden ratkaisemiseksi. Toisaalta lähtökohtaisesti mobiililaitteille ominaiset piirteet kuten kosketusnäyttö ja fyysisten näppäimien puuttuminen aiheuttavat jonkin verran haasteita, huolimatta itse mobiilisovellusten saavutettavuuden tasosta.

Kirjallisuudesta tunnistettiin myös useita haasteita, kuten navigaation monimutkaisuus ja elepohjainen vuorovaikutus, joita voidaan ratkoa sovelluskehitysprosessin aikana. Tukena tässä voi toimia edellä mainitut saavutettavuusohjeistukset, kuten WCAG. Mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteiden tarkastelusta voidaan huomata useita yhtymäkohtia WCAG 2.1:n uusiin onnistumiskriteereihin, mikä on positiivinen asia, sillä haasteita on siis huomioitu ainakin ohjeistuksen tasolla. Kuitenkin on myös todettu, että WCAG:n onnistumiskriteerit eivät aina vastaa saavutettavuushaasteen vakavuutta (Alajarmeh 2021). Vaikka saavutettavuusohjeistukset ovat siis tärkeä osa saavutettavuuden tarkastelua, liittyy saavutettavuuden huomioimiseen sovelluskehitysprosessissa myös muita tekijöitä, joiden huomioiminen on tärkeää saavutettavuuden edistämiseksi.

Kuten aiemmin todettiin, saavutettavuuden huomioiminen on edelleen pitkälti kehityksensä alkuvaiheessa. Edellä esille tuotu saavutettavuuden haasteiden moninaisuus ja alati muuttuva toimintaympäristö voivat aiheuttaa mobiilisovelluksia kehittäville tahoille tunteen siitä, että saavutettavuuden huomioiminen vaatisi laaja-alaista ymmärrystä monimutkaisesta aiheesta. Kuitenkin tällä hetkellä saavutettavuusvaatimukset ovat edelleen melko matalat, joten verrattain pienellä näkökulman ja priorisoinnin muutoksella saavutettavuuden huomioiminen sovelluskehitysprosessin aikana voisi helpottua. Kuvassa 4 on esitetty mobiilisovelluksen hyvään saavutettavuuteen vaikuttavia tekijöitä, jotka huomioimalla mobiilisovelluksen kehityksen aikana mobiilisovelluksen saavutettavuus voisi olla parempi, kuin ilman kyseisten tekijöiden kokonaisvaltaista huomiointia. Lisäksi kuvassa 4 on esitetty saavutettavuuden huomioimisen taustalla vaikuttavia tekijöitä, joita ovat motivaatio oppia, empatia, saavutettavuuden näkyvyys ja priorisointi.



Kuva 4: Mobiilisovelluksen hyvään saavutettavuuteen vaikuttavia tekijöitä.

Saavutettavuutta koskeva tiedonpuute on yksi tunnistetuista haasteista, jotka estävät tai hidastavat saavutettavuuden huomioimista sovelluskehitysprosessissa. Lisäksi sovelluskehitysprosessissa tieto käyttäjäryhmien tarpeista ja kyvykkyyksistä, sekä motivaatio saavutettavuuden huomioimiseksi ovat tärkeitä vaikuttimia hyvän saavutettavuuden mahdollistamiseksi. Organisaation kattava työskentely saavutettavuuden parissa voisi toimia yhtenä työkaluna kuvassa 4 esitettyjen tekijöiden huomioimiseksi, ja siten paremman saavutettavuuden edistämiseksi.

4. JULKISEN LIIKENTEEEN MOBIILISOVELLUKSET

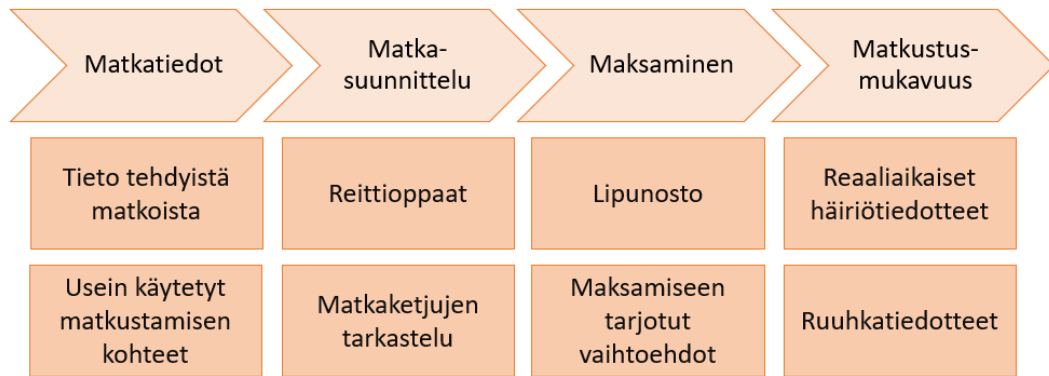
Tässä luvussa käsitellään julkisen liikenteen mobiilisovelluksia, ja saavutettavuuden haasteita kyseisissä sovelluksissa. Lisäksi havainnollistetaan kirjallisuudesta tunnistettuja saavutettavuuden haasteita tarkastelemalla Tampereen joukkoliikenteen Nysse Mobiili -sovelluksen saavutettavuutta.

4.1 Mobiilisovellukset osana julkista liikennettä

Julkinen liikenne tarkoittaa liikennepalveluita, joilla ihmiset pääsevät liikkumaan paikasta toiseen käyttämättä omaa kulkuvälinettä (Beaver 2012). Kestävemmän kaupunkikehityksen edistämiseksi julkisen liikenteen käytön edistäminen on erittäin tärkeää (Banister 2008). Julkisen liikenteen käytön lisäämistä edistävät toimivat julkisen liikenteen sähköiset palvelut. Julkisessa liikenteessä sähköisten palveluiden käyttö onkin lisääntynyt enemmän kuin millään muulla kaupunkisuunnittelun osa-alueella (Townsend 2013; Grimaldi et al. 2016). Siksi on erityisen tärkeää, että julkisen liikenteen sähköisten palveluiden ollessa yhä tärkeämpi osa julkisen liikenteen hyödyntämistä, sähköisten palveluiden käyttö mahdollistetaan kaikille. Perustietojen, taitojen tai autonomian puuttuminen liittyen matkustamiseen voivat haitata matkustamista (Schwanen et al. 2015), minkä vuoksi onkin tärkeää, että julkisen liikenteen sähköiset palvelut olisivat mahdollisimman monille saavutettavia. Tällöin ainakaan julkisen liikenteen mobiilisovelluksen saavutettavuusongelmat eivät toimisi esteenä julkisen liikenteen käytölle.

On esitetty, että julkisen liikenteen sähköiset palvelut voivat vaikuttaa eri käyttäjäryhmien mahdollisuuksiin käyttää julkisen liikenteen palveluita kahdella tavalla. Nämä kaksi tapaa ovat käytettävyys, ja algoritmipohjainen ja dataohjautuva päätöksenteko. (Durand et al. 2021) Julkisen liikenteen mobiilisovellusten käytettävyydellä, ja siten myös saavutettavuudella, on siis tärkeä rooli yhdenvertaisemman julkisen liikenteen kehittämisessä.

Edellä esiteltyjen perusteluiden mukaan julkisen liikenteen mobiilisovelluksilla on siis yhä tärkeämpi rooli liittyen julkisen liikenteen houkuttelevuuteen ja käyttöön. Julkisen liikenteen mobiilisovellukset voivat sisältää erilaisia toimintoja sekä tietoja liittyen esimerkiksi matkatietoihin, matkasuunnitteluun, kulkumuotoihin ja maksamiseen (Gössling 2017). Kuvassa 5 on esitetty julkisen liikenteen mobiilisovelluksille tyypillisiä toimintoja matkan etenemisen mukaisessa järjestyksessä.



Kuva 5: Julkisen liikenteen mobiilisovelluksille tyypillisiä toimintoja matkan etenemistä mukailevin kategorioin.

Matkustusajan ennustettavuus on tärkeä osa julkisen liikenteen käytön helppoutta ja houkuttelevuutta. Mobiilisovellukset auttavat matkustusajan ennustamisessa. Reaaliaikaista dataa hyödyntävien matkan suunnitteluun tehtyjen sovellusten hyödyntäminen onkin monelle julkisen liikenteen käyttäjälle nykyään arkipäivää (Ceder & Jiang 2020). Asiakkaan pääsy matkustamiseen liittyviin tietoihin ennen matkaa ja matkan aikana mahdollistaa aikasäästöjen tekemisen (Morfoulaki et al. 2015), jolloin julkisen liikenteen käyttö helpottuu. Reaaliaikaisen tiedon välittyminen julkisen liikenteen asiakkaalle on siis tärkeä osa toimivaa julkisen liikenteen mobiilisovellusta, ja mobiilisovelluksen asiakkaalle tuottamaa arvoa.

Jotta sähköiset palvelut toimivat tarkoituksenmukaisesti, on niiden vastattava kokonaisvaltaisesti kuluttajien tarpeisiin. Julkisen liikenteen tapauksessa mobiilisovelluksen tulee siis ainakin kattaa lipunosto, reittisuunnittelu ja matkustusmukavuuden näkökulma. (Morfoulaki et al. 2015) On myös todettu, että tehtävään sopiva tieto, helppous ja tapahtuman nopeus vaikuttavat koettuun sovelluksen hyödyllisyyteen, minkä lisäksi ymmärtämisen helppous, intuitiivinen käyttö ja luotettavuus ovat koetun käytön helppouden kannalta olennaisia tekijöitä (Schmitz et al. 2016). Koska julkisen liikenteen tapauksessa on kyse julkisen sektorin palvelusta, jota tuetaan julkisilla varoilla, on tärkeää, että palveluita myös käytetään paljon (Bulíček & Drdla 2015). Tästä syystä on tärkeää, että myös julkisen liikenteen sähköiset palvelut vastaavat kuluttajien tarpeisiin, sisältäen saavutettavassa muodossa olevan tarpeellisen tiedon. Siten julkisen liikenteen mobiilisovellukset voivat edesauttaa ja helpottaa julkisen liikenteen käyttöä.

4.2 Julkiselle liikenteelle ominaiset saavutettavuuden haasteet

Julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuudesta on tehty vähän suoraa tutkimusta. Aiheen käsittely pohjautuu siis synteesiin, joka muodostetaan julkisen liikenteen

mobiilisovellusten ominaisuuksista yleisemmällä tasolla sekä mobiilisovellusten saavutettavuudesta. Julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuutta tarkasteltaessa on huomattava, että luvussa 3 yleisemmällä tasolla esiteltyt mobiilisovellusten haasteet pätevät myös julkisen liikenteen mobiilisovelluksiin. Kirjallisuuden avulla on kuitenkin mahdollista tunnistaa myös joitain julkisen liikenteen mobiilisovelluksille tyypillisiä saavutettavuuden haasteita, jotka ovat johdannaisia julkisen liikenteen toimialasta ja sovellusten käyttötarkoituksista.

Yhdenvertaisen julkisen liikenteen edistämisen strategiat ovat painottuneet tyypillisesti enemmän esteettömän fyysisen ympäristön luomiseen, kuin henkilökunnan asenteiden ja vuorovaikutustaitojen parantamiseen, tai tietojärjestelmien saavutettavuuden tarkasteluun (Aarhaug & Elvebakk 2015). Kun tavoitellaan esteettömän julkisen liikenteen järjestelmän luomista, olisi tärkeää, että fyysisesti esteettömän ympäristön lisäksi julkisen liikenteen sähköiset palvelut olisivat saavutettavia. Jotta esteettömyys toteutuisi tarkoituksenmukaisesti tulisi palveluiden käyttäjille mahdollistaa esimerkiksi mobiilisovelluksessa esteettömän kulkutavan valinta. Kuitenkaan tarjottu valinta ei edesauta esteettömyyttä, jos sähköinen palvelu, jossa valinta tehdään, ei ole kaikille saavutettava.

Esteettömyydestä viestinnästä sähköisissä palveluissa ei ole olemassa vahvaa lainsäädäntöä, toisin kuin itse esteettömyydestä ja verkkosivujen saavutettavuudesta. Tästä johtuen esteettömyydestä viestintä voi olla esimerkiksi keskeneräistä, epäluotettavaa tai vanhentunutta. (Ferreira et al. 2020) Olisikin tärkeää, että esteettömyyden edistämistä tarkasteltaisiin monipuolisesti sisältäen saavutettavuuden ja viestinnän näkökulmat, eikä pelkästään fyysisen ympäristön kannalta.

Kuten aiemmin mainittiin, julkisen liikenteen mobiilisovelluksissa on joitain alasta johdannaisia ominaisuuksia, joihin voi liittyä saavutettavuushaasteita. Yksi näistä mobiilisovellusten saavutettavuushaasteita luovista toiminnoista on kartat, jotka ovat julkisen liikenteen mobiilisovelluksissa tärkeässä roolissa esimerkiksi reittisuunnittelussa. Osa julkisen liikenteen mobiilisovelluksille erityisistä saavutettavuushaasteista liittyyneekin karttoihin, ja niitä hyödyntäviin ominaisuuksiin, kuten reittiehdotuksiin. Navigaatiojärjestelmien saavutettavuutta on yritetty parantaa integroimalla järjestelmiin esimerkiksi äänikomponenttien, käsinkosketeltavien karttojen ja haptisten, eli tuntoaistiin perustuvien, teknologioiden näkökulmasta (Medina et al. 2015). Kuitenkaan aihetta ei ole tutkittu paljoa, joten karttojen saavutettavuuden tutkimus on edelleen kehityksensä alkuvaiheessa (Medina et al. 2015).

Medina et al. (2015) tekemässä tutkimuksessa tarkasteltiin verkkopohjaisten karttojen saavutettavuutta. Viittä eri karttapalvelua tarkasteltiin WCAG-ohjeistuksen A-tason kriteerien avulla. Tutkimuksessa todettiin, että yksikään tutkituista karttapalveluista ei täyttänyt WCAG:n kriteeriä 1.3.1. Kyseisen kriteerin onnistumisvaatimuksena on, että ”esitystavassa välittyvät informaatio, rakenne ja suhteet voidaan selvittää ohjelmallisesti tai ne ovat saatavilla tekstinä”. Yksikään tutkimuksen kartoista ei siis ollut WCAG-ohjeistuksen alimman tason kriteerien mukaan saavutettava. Karttojen saavutettavuuden haaste liittyy siis aiemmin mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteista tunnistettuun visuaalisen sisällön tuottamaan haasteeseen. Tämä johtuu siitä, että karttojen ongelmana on niiden ei-tekstimuotoinen sisältö, jota on myös vaikea kuvailla tarkoituksenmukaisesti tekstin muodossa.

Karttojen saavutettavuuden edistämässä haasteena on se, että näytönluohjelmat eivät osaa kääntää karttoja puheeksi (Calle-Jimenez & Luján-Mora 2016) edellä mainitusta syystä. Karttojen saavutettavuuteen liittyy myös aiemmin tarkastelluista mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteista elepohjaiseen vuorovaikutukseen liittyvä haaste. Karttojen käytölle mobiililaitteilla on ominaista esimerkiksi zoomaus nipistämällä, joka on elepohjainen liike, ja johon on todettu liittyvän saavutettavuushaasteita. Lisäksi karttapalveluiden zoomaus ei aina ole mahdollista näppäimistöllä, jolloin näytönluohjelma ei pysty lukemaan zoomaukseen käytettäviä elementtejä (Medina et al. 2015). Jotta karttojen saavutettavuutta voitaisiin parantaa, voisi olla tarpeen tarkastella mobiilisovelluksissa käytettävien karttojen vaatimaa elepohjaista vuorovaikutusta ja sen tuomia saavutettavuushaasteita.

On esitetty, että yksi julkisen liikenteen sähköisiin palveluihin yhdistetyistä saavutettavuuteen liittyvistä ongelmista on suuri ja monimutkainen palvelujärjestelmä (Bigby et al. 2017). Suuri ja monimutkainen palvelujärjestelmä aiheuttaa saavutettavuuden haasteita silloin, kun esimerkiksi junan lähtölaituri, matkanteon kulkumuoto tai jokin muu olennaisesti matkan onnistumiseen liittyvä tekijä muuttuu, ja viestintä muutoksesta ei ole riittävää tai saavutettavaa. Olisikin tärkeää, että julkisen liikenteen sähköisissä palveluissa esimerkiksi eri kulkumuotovaihtoehdot esitettäisiin selkeästi, jotta käyttäjän olisi helppo valita itselleen sopiva kulkumuoto tai matkaketju (Grimaldi et al. 2016), ja mahdolliset muutokset esitettäisiin saavutettavasti.

Tiedonvälitys (engl. communication) voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin, jotka ovat ihmisten välinen tiedonvälitys, ja tiedonvälitys järjestelmän ja ihmisen välillä (Borg et al. 2015). Julkisen liikenteen mobiilisovellusten tapauksessa nimenomaan tiedonvälitys järjestelmän ja ihmisten välillä on tärkeässä roolissa, kun puhutaan esimerkiksi lipunostosta. On

siis tärkeää tarkastella myös julkisen liikenteen mobiilisovellusten tiedonvälityksen saavutettavuutta, sillä esimerkiksi lipunosto on olennainen toiminto julkisen liikenteen mobiilisovelluksissa. Tiedonvälityksen merkitys korostuu myös puhuttaessa aiemmin käsitellystä julkisen liikenteen palvelujärjestelmän luonteesta, sillä tiedonvälityksen on oltava saavutettavaa, jotta se toimii kuten on tarkoitettu. Selkeä tiedonvälityksen saavutettavuuteen liittyvä piirre on tarve saavutettavuusasetuksen muokkaamiselle ja adaptiiviselle käyttöliittymälle (Borg et al. 2015). Kyseinen saavutettavuushaaste eli saavutettavuusasetusten puuttuminen tunnistettiin myös aiemmin määriteltäessä mobiilisovellusten saavutettavuushaasteita yleisesti, joten sen huomioiminen kaikissa mobiilisovelluksissa voisi toimia hyvänä lähtökohtana saavutettavuuden edistämiseksi.

4.3 Saavutettavuus Nysse Mobiili -mobiilisovelluksessa

Nysse Mobiili on Tampereen joukkoliikenteen mobiilisovellus. Sovellus tarjoaa mahdollisuuden ostaa lippuja joukkoliikennevälineisiin, tarkastella joukkoliikenteen reittejä reititoppaan avulla sekä lukea Nyssen julkaisemia tiedotteita liittyen häiriöihin ja poikkeuksiin. Nysse Mobiilista ei ole julkaistu saavutettavuusselostetta, joten mobiilisovelluksen arviointi toteutetaan tarkastelemalla Nysse Mobiili -sovellusta aiemmin tunnistettujen mobiilisovellusten saavutettavuushaasteiden sekä julkisen liikenteen mobiilisovellusten haasteiden valossa.

Nysse Mobiili vaikuttaa selkeältä käytettäessä, ja navigaation ongelmia on sovelluksessa melko vähän. Sovelluksessa ei ole hakutoimintoa, mikä on yksi tunnistetuista mobiilisovellusten saavutettavuushaasteista. Sovelluksen sisältö ei kuitenkaan ole valtavan suuri, joten hakutoiminnon puuttuminen ei liene suuri saavutettavuushaaste. Sovelluksessa on linkkejä, jotka vievät ulkopuoliseen kohteeseen, joka on kirjallisuudesta tunnistettu saavutettavuushaaste. Kuitenkin yleisesti sovelluksessa on helppo navigoida ja se vaikuttaa melko saavutettavalta pintapuolisen tarkastelun perusteella.

Sovelluksessa ei ole huomattavissa värikontrastiin tai muuhun värienkäyttöön liittyviä haasteita. Lisäksi sovelluksessa käytetyt ikonit ovat kuvaavia, ja niiden merkitykset on esitetty myös tekstinä, mikä on saavutettava ominaisuus. Kuvassa 6 on kaksi näyttökuvaa Nysse Mobiili -sovelluksesta. Kuvassa 6 nähdään alareunassa sijaitsevat toimintoja kuvaavat ikonit ja niitä selittävät tekstit, sekä riittävä kontrasti tekstin ja taustan välillä. Lisäksi kuvassa 6 nähdään edellä mainittu valikkoihin liittyvä ongelma, sillä esimerkiksi kuvassa näkyvän käyttöehdot ja tietosuojaselosteet -valikon alta kaikki elementit vievät ulkopuoliseen kohteeseen, mikä voi olla saavutettavuutta heikentävä ominaisuus.

Osta lippu		Asetukset	
Kertalippu Vuorokausi- lippu Kausilippu		Omat asetukset	▼
Alue	Tampereen seutu	Asiakaspalvelu	>
Vyöhykkeet	Ei valittu	Käyttöehdot ja tietosuojaselosteet	^
Lipun kesto	Ei valittu	Käyttöehdot	>
Asiakasryhmä	Ei valittu	LMJ:n tietosuojaseloste	>
Maksutapa	Ei valittu	Tampereen seudun joukkoliikenteen tietosuojaseloste	>
Hinta (sis. alv 10%)	-- €	Palaute sovelluksesta	>
JATKA		Tietoja sovelluksesta	>
		Nysse Mobiili ohje	>

Koti	Osta	Liput	Reittiopas	Tiedot	Koti	Osta	Liput	Reittiopas	Tiedot
------	------	-------	------------	--------	------	------	-------	------------	--------

Kuva 6: Näyttökuvat Nysse Mobiili -sovelluksesta.

Vaikka Nysse Mobiilista kokonaisuudessaan ei ole julkaistu saavutettavuusselostetta, on Nysse Mobiilin reittioppaasta laadittu saavutettavuusseloste, joka on julkaistu 8.9.2020. Saavutettavuusseloste koskee siis vain Waltti-reittiopasta, joka on osa Nysse Mobiili -sovellusta. Saavutettavuusarviointi perustuu aiemmin esiteltyyn WCAG-saavutettavuusohjeistukseen. Lisäksi arvioinnissa kerrotaan palvelusta olevan tekeillä versio, jossa ongelmat on ratkaistu. Kyseisen version julkaisuajankohdaksi on merkitty huhtikuu 2021, mikä tarkoittaa sitä, että tässä tutkimuksessa käsiteltävät saavutettavuuden haasteet ovat mahdollisesti jo poistuneet. (Nysse 2021) Mahdollisesti vanhentuneen saavutettavuusarvioinnin tarkastelusta ei kuitenkaan tässä kontekstissa ole haittaa, sillä tavoitteena on nimenomaan havainnollistaa käytännön esimerkin kautta aiemmin tunnistettuja mobiilisovellusten saavutettavuushaasteita, eikä niinkään arvioida Nysse Mobiilin saavutettavuutta.

Reittioppaan saavutettavuusarvioinnin mukaan Nysse Mobiilin reittiopas täyttää WCAG:n AA-tason vaatimukset osittain. Reittioppaan saavutettavuus on siis yleisellä tasolla melko hyvä. Saavutettavuusselosteessa kuitenkin kerrotaan, että näkyvien karttatasojen valitseminen ei ole lainkaan saavutettavaa osalle käyttäjistä. (Nysse 2021) Tämä tukee luvussa 4.2 käsiteltyä karttojen saavutettavuuteen liittyvän haasteen yleisyyttä. Nysse Mobiili -sovelluksessa on käytetty OpenStreetMap-karttapalvelua, joka on Medina

et al. (2015) tutkimuksessa tarkastelluista kartoista yksi parhaiten saavutettavista. Tämä viittaa siihen, että käytetty karttapalvelu vähentää myös mahdollisia saavutettavuusongelmia, sillä Nysse Mobiilin reittioppaan saavutettavuusselosteessa esitetyistä saavutettavuuden haasteista hyvin pieni osa liittyy karttojen saavutettavuuteen.

Aiemmin mainittu ristiriita liittyen esteettömyyteen, saavutettavuuteen ja esteettömyysviestintään ei korostu erityisesti Nysse Mobiili -sovelluksessa. Nysse Mobiilissa on mahdollisuus valita pyörätuolilla liikkumiseen sopiva esteetön reitti. Lisäksi Nysse.fi-verkkosivulla esteettömyydestä on myös viestitty selkeästi. Vaikka Nysse Mobiili -sovellus ei ole täysin saavutettava kaikille käyttäjäryhmille, tukee mielestäni sovelluksen saavutettavuuden melko hyvä taso Nysseen positiivista suhtautumista esteettömyyden ja yhdenvertaisen julkisen liikenteen edistämiseen.

Nysse Mobiilin tarkastelun perusteella kirjallisuudesta tunnistetut mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteet näkyvät siis kyseisessä sovelluksessa melko vähän. On kuitenkin huomattava, että tämä Nysse Mobiili -sovelluksen tarkastelu perustuu ainoastaan sovelluksen tarkasteluun käyttäjän näkökulmasta, eikä ota kantaa esimerkiksi näytönlukulaitteisiin ja muihin avustaviin teknologioihin liittyviin saavutettavuushaasteisiin, tai sovellusarkkitehtuuriin liittyviin tekijöihin. Tarkastelun tavoitteena on havainnollistaa kirjallisuudesta tunnistettuja mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteita, eikä toimia mobiilisovelluksen saavutettavuuden arviointina. Laajempi saavutettavuuden arviointi voisi tuottaa erilaisen näkemyksen aiheesta.

5. YHTEENVETO

Yhteenvedossa esitellään kirjallisuuskatsauksen tulokset, ja arvioidaan niitä. Lopuksi pohditaan tarvetta ja lähtökohtia jatkotutkimukselle.

5.1 Tutkimuksen tulokset

Tässä kandidaatintyössä tarkasteltiin julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteita kirjallisuuskatsauksen avulla. Kirjallisuuskatsauksen aineisto muodostui 31 artikkelista ja konferenssijulkaisusta. Työssä tunnistettiin julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteita sekä yleisiä mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteita, ja tarkasteltiin tekijöitä, jotka vaikuttavat saavutettavuuden huomioimiseen mobiilisovellusta kehitettäessä. Lisäksi kirjallisuudesta tunnistettuja saavutettavuushaasteita havainnollistettiin tarkastelemalla Tampereen joukkoliikenteen Nysse Mobiili -sovellusta.

Päätutkimuskysymykseen ”Millaisia haasteita on julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuudessa?” löydettiin vastaukseksi kirjallisuudesta useita haasteita. Julkisen liikenteen mobiilisovelluksissa kartat ovat tärkeässä roolissa, kun puhutaan esimerkiksi reittisuunnittelusta. Verkkopohjaisten karttojen saavutettavuuden tarkastelu ja kehittäminen onkin edelleen kehityksensä alkuvaiheessa, mikä selittää osan julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuushaasteista. Julkisen liikenteen mobiilisovelluksiin liittyvä kirjallisuudesta tunnistettu piirre, joka ei niinkään ole suoraan saavutettavuuden haaste, on ristiriita julkisen liikenteen esteettömyyden ja julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuuden välillä. Esteettömän kulkumuotovaihtoehdon tarjoaminen ja esteettömyydestä viestiminen ei toimi tarkoituksenmukaisesti, mikäli mobiilisovellus, jossa nämä toiminnot tapahtuvat, ei ole kaikille käyttäjryhmille saavutettava. Lisäksi julkisen liikenteen suuri ja monimutkainen palvelujärjestelmä voi aiheuttaa tiedonvälityksen haasteita, jotka voivat olla osittain myös saavutettavuuden haasteita.

Ensimmäiseen alatutkimuskysymykseen ”Millaisia ovat yleiset mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteet?” löytyi vastaukseksi kirjallisuudesta laaja ja monimuotoinen joukko erilaisia haasteita. Aineistosta nousi erityisesti esiin älypuhelimeen käyttöliittymänä liittyvät haasteet, eli näytön kokoon ja fyysisten näppäimien puuttumiseen liittyvät ongelmat. Lisäksi aineistossa korostui elepohjaisen vuorovaikutuksen luomat saavutettavuushaasteet, ja myös osittain ristiriitainen suhtautuminen aiheeseen. Myös näytönlukulaitteiden ja muiden avustavien teknologioiden yhteensopimattomuus mobiililaitteiden

kanssa korostui aineiston tarkastelussa. Näiden haasteiden lisäksi kirjallisuudesta tunnistettiin tärkeinä haasteina navigaation monimutkaisuus, sekä visuaaliseen mediaan ja dynaamiseen sisältöön liittyvät saavutettavuushaasteet.

Toisella alatutkimuskysymyksellä ”Miten saavutettavuuden haasteet näkyvät Nysse Mobiili -mobiilisovelluksessa?” pyrittiin havainnollistamaan aiemmin kirjallisuudesta tunnistettuja mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteita. Nysse Mobiiliin tarkastelussa kirjallisuuden avulla määritellyt haasteet eivät korostuneet erityisen paljon. Haasteet, joita huomattiin Nysse Mobiiliin saavutettavuudessa, liittyivät navigaatioon. Yleisesti ottaen Nysse Mobiiliin saavutettavuuden voitaisiin sanoa pintapuolisen tarkastelun perusteella olevan melko hyvällä tasolla.

Kolmas alatutkimuskysymys oli ”Millaisia saavutettavuuden huomioimiseen liittyviä tekijöitä tunnistetaan, kun tarkastellaan saavutettavuuden haasteiden huomioimista mobiilisovellusta kehitettäessä?” ja neljäs ”Tunnistetaanko selkeitä tietotarpeita liittyen saavutettavuuden huomioimiseen mobiilisovellusta kehitettäessä?”. Kyseisillä alatutkimuskysymyksillä tarkasteltiin saavutettavuuden huomioimista mobiilisovelluksen kehityksessä ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Saavutettavuuden haasteiden ratkomista sovelluskehitysprosessin aikana lähestyttiin tietotarpeiden kautta. Kirjallisuuskatsauksen aineistossa korostui vahvasti saavutettavuuteen liittyvän tiedon puuttuminen ja hajanaisuus. Kuitenkin kirjallisuudesta löytyi hyvin vähän konkreettisia ehdotuksia tietotarpeiden tunnistamiseksi. Kirjallisuudesta tunnistettuja saavutettavuuden huomioimiseen sovelluskehitysprosessissa vaikuttavia tekijöitä ovat saavutettavuuden tarpeen tunnistaminen, johdon kiinnostus ja saavutettavuuden priorisointi prosessissa sekä käyttäjäryhmien kyvykkyyksien ja tarpeiden tunnistaminen.

5.2 Tulosten arviointi

Tutkimuksen tavoitteena oli tunnistaa julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteita sekä yleisiä mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteita. Näihin tutkimuskysymyksiin onnistuttiin vastaamaan kirjallisuuskatsauksen aineiston avulla hyvin. Lisäksi oli tavoitteena määrittellä saavutettavuuden huomioimiseen sovelluskehitysprosessissa vaikuttavia tekijöitä, ja selvittää mahdollisia tietotarpeita liittyen aiheeseen. Sovelluskehitysprosessiin vaikuttavien tekijöiden tarkastelu onnistui melko hyvin. Kirjallisuuden avulla ei kuitenkaan onnistuttu määrittämään tietotarpeita erityisen tarkasti, mikä viittaa siihen, että aineisto ei välttämättä ollut täysin sopivaa kyseiseen kysymykseen vastaamiseksi. Nysse Mobiili -sovelluksen tarkastelu onnistui melko hyvin, ja tuki kirjallisuudesta tehtyjä havaintoja jonkin verran.

Tämä tutkimus toteutettiin mukaillen Finkin (2019) systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mallia. On huomattava, että vaikka kirjallisuuskatsauksen aineiston valinnassa pyrittiin tieteen periaatteiden mukaisesti objektiivisuuteen, olisi toinen henkilö voinut valita eri aineistot samalla kriteeristöllä, kuin mitä tähän kirjallisuuskatsaukseen päätyi. Aineiston seulonta on siis aina subjektiivista, mikä on otettava huomioon kirjallisuuskatsauksen tuloksia arvioitaessa. Lisäksi koska tutkimusaiheesta ei ole juurikaan tehty suoraa tutkimusta, on mahdollista, että synteesin muodostamisessa jäi ulkopuolelle joitain näkökulmia, jotka olisivat voineet olla aiheen kannalta merkittäviä.

Tässä tutkimuksessa tunnistetut julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteet luovat pohjaa aiheelle, josta ei aiemmin juurikaan ole tehty tutkimusta. Tämä tutkimus tuottaa siis kandidaatintyön rajallisesta laajuudesta huolimatta jonkin verran tieteellistä uutuusarvoa luomalla lähtökohdan julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuuden laajemmalle tarkastelulle. Kuitenkin on huomattava, että koska tutkimusta tehdään uudesta aiheesta, ja tutkimusmenetelmänä on kirjallisuuskatsaus, voisi tulevaisuudessa empiirisen tutkimuksen tekeminen olla tärkeää mahdollisimman oikeanmukaisen ymmärryksen muodostamiseksi aiheesta.

Tutkimuksen tuloksista voi olla hyötyä sovelluskehityksen sekä julkisen liikenteen sähköisten palveluiden parissa työskenteleville henkilöille. Tutkimuksen tulokset tukevat WCAG:n kriteeristön priorisointia määrittelemällä yleisimpiä ongelmia. Lisäksi tutkimus kiinnittää huomion julkiselle liikenteelle ominaisiin mobiilisovellusten saavutettavuuden haasteisiin, joita ei ole tarkasteltu aiemmin. Tämä voi toimia lähtökohtana kyseisten haasteiden huomioimiseen saavutettavuusohjeistuksissa, joissa ei aiemmin ole otettu huomioon esimerkiksi verkkopohjaisten karttojen saavutettavuutta.

5.3 Tarve jatkotutkimukselle

Kuten tässä työssä aiemmin mainittiin, saavutettavuutta on edelleen tutkittu verrattain vähän. Saavutettavuudesta tehty tutkimus painottuu tällä hetkellä paljolti näkövammaisiin, ja kuulovammaisia sekä kognitiivisia ja fyysisiä rajoitteita omaavia koskevaa saavutettavuustutkimusta tehdään huomattavasti vähemmän. Lisäksi käsitteet, joita saavutettavuuteen liittyy, ovat edelleen vakiintumattomat, minkä vuoksi käsitteiden ristiin käyttö on myös yleistä. Tunnistettava tarve jatkotutkimukselle saavutettavuuden alalla onkin käsitteiden määrittely ja vakiinnuttaminen, jotta muun aiheeseen liittyvän tutkimuksen tekeminen helpottuu, ja tehty tutkimus on entistä laadukkaampaa. Lisäksi tutkimuksen monipuolistaminen koskemaan näkövammaisten lisäksi muita toimintarajoitteisia henkilöitä on tärkeä tarve jatkotutkimukselle.

Kuten aiemmin mainittiin, julkisen liikenteen mobiilisovellusten saavutettavuudesta ei ole tehty juurikaan suoraa tutkimusta. Aiheessa on siis tunnistettavissa selkeä tutkimusaukko. Empiirinen saavutettavuuden tarkastelu laajalti eri maiden ja erilaisten liikenejärjestelmien kontekstissa mahdollistaisi eheän kokonaiskuvan muodostamisen aiheen nykytilanteesta. Nykytilanteen ymmärtäminen taas voisi auttaa saavutettavuuden edistämisestä julkisen liikenteen mobiilisovelluksissa, ja muissa toimialan sähköisissä palveluissa.

LÄHTEET

- Aarhaug, J. & Elvebakk, B. (2015). The impact of Universally accessible public transport—a before and after study. *Transport Policy*. 44, 143-150.
- Aizpurua, A., Harper, S. & Vigo, M. (2016). Exploring the relationship between web accessibility and user experience. *International Journal of Human-Computer Studies*. 91(1), 13-23.
- Akkara, J. & Kuriakose, A. (2019). Smartphone apps for visually impaired persons. *Kerala Journal of Ophthalmology*. 31(3), 242.
- Alajarmeh, N. (2021). The extent of mobile accessibility coverage in WCAG 2.1: sufficiency of success criteria and appropriateness of relevant conformance levels pertaining to accessibility problems encountered by users who are visually impaired. *Universal Access in Information Society*. 20(1).
- Badshah, S., Hussain, S. & Khan, B. (2020). What users really think about the usability of smartphone applications: diversity based empirical investigation. *Multimedia Tools and Applications*. 80(6), 9177-9207.
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*. 15(2), 73-80.
- Barroso, J., Lopez, L., Paredes, H., Puehretmair, F. & Rocha, T. (2020). Special issue on accessibility and software design for all. *Universal Access in the Information Society*. 19(3), 483-484.
- BBC. (2021). Mobile Accessibility Guidelines. Saatavilla: < <https://www.bbc.co.uk/accessibility/forproducts/guides/mobile>>. [Viitattu 14.7.2021]
- Beaver, A. (2012). *A Dictionary of Travel and Tourism*. Oxford University Press, Oxford.
- Bigby, C., Johnson, H., O'Halloran, R., Douglas, J., West, D. & Bould, E. (2017). Communication access on trains: a qualitative exploration of the perspectives of passengers with communication disabilities. *Disability and Rehabilitation*. 41(2), 125-132.
- Borg, J., Lantz, A. & Gulliksen, J. (2015). Accessibility to electronic communication for people with cognitive disabilities: a systematic search and review of empirical evidence. *Universal Access in the Information Society*. 14(4), 547-562.
- Brito, D., Viana, T., Sousa, D., Lourenço, A. & Paiva, S. (2018). A mobile solution to help visually impaired people in public transports and in pedestrian walks. *International Journal of Sustainable Development and Planning*. 18(2), 281-293.
- Buliček, J. & Drdla, P. (2015). Quality of urban public transport websites according to extent of provided information. *Transport*. 30(2), 202-216.
- Butterfield, A., Ngondi, G. & Kerr, A. (2016). *A Dictionary of Computer Science*. Oxford University Press, Oxford.

- Buzzi, M., Buzzi, M., Leporini, B. & Trujillo, A. (2017). Analyzing visually impaired people's touch gestures on smartphones. *Multimedia Tools and Applications*. 76(4), 5141-5169.
- Calle-Jimenez, T. & Luján-Mora, S. (2016). Web Accessibility Barriers in Geographic Maps. *International Journal of Computer Theory and Engineering*. 8(1), 80-87.
- Capilla, R., Kazman, R., Romera, C. & Carrillo, C. (2020). Usability implications in software architecture: The case study of a mobile app. *Software, practice & experience*. 50(12), 2145-2168.
- Carvalho, M., Dias, F., Reis, A. & Freire, A. (2018). Accessibility and usability problems encountered on websites and applications in mobile devices by blind and normal-vision users. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on applied computing*. 2022-2029.
- Ceder, A. & Jiang, Y. (2020). Route guidance ranking procedures with human perception consideration for personalized public transport service. *Transportation research. Part C, Emerging technologies*. 118, 102667-102667.
- Damaceno, R., Braga, J., Mena-Chalco, J., Conde, M. & Fonseca, D. (2018). Mobile device accessibility for the visually impaired: problems mapping and recommendations. *Universal Access in the Information Society*. 17(2), 421-435.
- Dekelver, J., Kultsova, M., Shabalina, O., Borblik, J., Pidoprigora, A. & Romanenko, R. (2015). Design of Mobile Applications for People with Intellectual Disabilities. *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science*. 535, 823-836.
- Direktiivi 2016/2102/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi julkisen sektorin elinten verkkosivujen ja mobiilisovellusten saavutettavuudesta. Euroopan unionin virallinen lehti 2.12.2016. [Luettu 24.5.2021]
- Dirks, S. & Bühler, C. (2018). Usability Engineering for Cognitively Accessible Software. *Computers Helping People with Special Needs*. 10896, 446-453.
- Doyle, C. (2016). *A Dictionary of Marketing*. 4th ed. Oxford University Press, Oxford.
- Durand, A., Zijlstra, T., van Oort, N., Hoogendoorn-Lanser, S. & Hoogendoorn, S. (2021). Access denied? Digital inequality in transport services. *Transport Reviews*. Ahead-of-print, 1-26.
- Ferreira, A., Akasaka, Y., Pinheiro, M. & Chang, J. (2020). Information as the first attribute of accessibility: A method for assessing the information provided by urban rail systems to tourists with reduced mobility. *Sustainability*. 12(23), 1-27.
- Fink, A. (2019). *Conducting research literature reviews: From the Internet to paper*. 5th ed. SAGE Publishing.
- Grimaldi, R., Opromolla, A., Parente, G., Sciarretta, E. & Volpi, V. (2016). Rethinking Public Transport Services for the Elderly Through a Transgenerational Design Approach. *Human Aspects of IT for the Aged Population. Healthy and Active Aging*. 9755, 395-406.
- Gupta, J. & Vegelin, C. (2016). Sustainable development goals and inclusive development. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*. 16(3), 433-448.

- Guzman, L. & Oviedo, D. (2018). Accessibility, affordability and equity: Assessing 'pro-poor' public transport subsidies in Bogotá. *Transport Policy*. 68(30), 37-51.
- Gössling, S. (2017). ICT and transport behavior: A conceptual review. *International Journal of Sustainable Information*. 12(3), 153-164.
- Harper, S. & Chen, A. (2012). Web accessibility guidelines: A lesson from the evolving Web. *World Wide Web*. 15(1), 61-88.
- Hong, S., Trimi, S., Kim, D. & Hyun, J. (2015). A Delphi Study of Factors Hindering Web Accessibility for Persons with Disabilities. *The Journal of Computer Information Systems*. 55(4), 28-34.
- Invalidiliitto. (2021). Esteettömyys. Saatavilla: <https://www.invalidiliitto.fi/esteettomyys> [Viitattu 5.7.2021]
- ISO. (1998). Iso 9241-11: Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (vdts). Part 11: Guidance of Usability.
- Kane, S., Bigham, J. & Wobbrock, J. (2008). Slide rule: making mobile touch screens accessible to blind people using multi-touch interaction techniques. *Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*. 73–80.
- Khan, A. & Khusro, S. (2019). Blind-friendly user interfaces – a pilot study on improving the accessibility of touchscreen interfaces. *Multimedia Tools and Applications*. 78(13), 17495–17519.
- Laihonen, H., Hannula, M., Helander, N., Ilvonen, I., Jussila, J., Kukko, M., Kärkkäinen, H., Lönnqvist, A., Myllärniemi, J., Pekkola, S., Virtanen, P., Vuori, V. & Yliniemi, T. (2013). *Tietojohdaminen*. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere.
- Leite, M., Scatalon, L., Freire, A. & Eler, M. (2021). Accessibility in the mobile development industry in Brazil: Awareness, knowledge, adoption, motivations and barriers. *The Journal of Systems and Software*. 177, 110942.
- Leitner, M., Strauss, C. & Stummer, C. Web accessibility implementation in private sector organizations: motivations and business impact. *Universal Access in the Information Society*. 15(2), 249-260.
- Leporini, B. & Paternò, F. (2008). Applying Web Usability Criteria for Vision-Impaired Users: Does It Really Improve Task Performance? *International Journal of Human-Computer Interaction*. 24(1), 17-47.
- Lopes, R. & Carriço, L. (2010). Macroscopic characterisations of Web accessibility. *The New Review of Hypermedia and Multimedia*. 16(3), 221–243.
- Medina, J., Cagnin, M. & Paiva, D. (2015). Investigating Accessibility on Web-based Maps. *Applied Computing Review*. 15(2), 17-26.
- Morfoulaki, M., Myrovali, G. & Kotoula, K. (2015). Increasing the attractiveness of public transport by investing in soft ICT based measures: Going from words to actions under an austerity backdrop – Thessaloniki's case, Greece. *Research in Transportation Economics*. 51, 40–48.
- Nysse. (2021). *Reittiopas: Saavutettavuusseloste*. Nysse Mobiili -sovellus.

- Oh, L. & Chen, J. (2015). Determinants of employees' intention to exert pressure on firms to engage in web accessibility. *Behaviour & Information Technology*. 34(2), 108-118.
- Paiva, D., Freire, A. & Pontin de Mattos Fortes, R. (2021). Accessibility and Software Engineering Processes: A Systematic Literature Review. *The Journal of Systems and Software*. 171(2021), 110819.
- Pellegrini, F., Anjos, M., Florentin, F., Ribeiro, B., Correia, W. & Quintino, J. (2019). How to Prioritize Accessibility in Agile Projects. *Advances in Usability and User Experience*, 271-280.
- Power, C., Freire, A., Petrie, H. & Swallow, D. (2012). 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*. 433-442.
- Quispe, F., Scatalon, L. & Eler, M. (2020). Priorization of mobile accessibility guidelines for visually impaired users. *ICEIS 2020 - Proceedings of the 22nd International Conference on Enterprise Information Systems*. 2, 563-570.
- Rezae, M., Chen, N., McMeekin, D., Tan, T., Krishna, A. & Lee, H. (2020). The evaluation of a mobile user interface for people on the autism spectrum: An eye movement study. *International Journal of Human-Computer Studies*. 142, 102462.
- Sanchez-Gordon, S., Sánchez-Gordón, M., Yilmaz, M. & O'Connor, R. (2018). Integration of accessibility design patterns with the software implementation process of ISO/IEC 29110. *Journal of Software: Evolution and Process*. 31(1), e1987.
- Schmitz, C., Bartsch, S. & Meyer, A. (2016). Mobile App Usage and its Implications for Service Management – Empirical Findings from German Public Transport. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 224, 230-237.
- Schmutz, S., Sonderegger, A. & Sauer, J. (2016). Implementing Recommendations from Web Accessibility Guidelines: Would They Also Provide Benefits to Non-disabled Users. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. 58(4), 611-629.
- Schwanen, T., Lucas, K., Akyelken, N., Solsona, D., Carrasco, J. & Neutens, T. (2015). Rethinking the links between social exclusion and transport disadvantage through the lens of social capital. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 74, 123-135.
- Shneiderman, B. & Hochheiser, H. (2001). Universal usability as a stimulus to advanced interface design. *Behaviour & Information Technology*. 20(5), 367-376.
- Silva, J., Gonçalves, R., Branco, F., Pereira, A., Au-Yong-Oliviera, M. & Martins, J. (2019). Accessible software development: a conceptual model proposal. *Universal Access in the Information Society*. 18(3), 703-716.
- Spyridonis, F. & Daylamani-Zad, D. (2019). A serious game to improve engagement with web accessibility guidelines. *Behaviour & Information Technology*. 40(6), 506-527.

- Statista. (2020). Mobile percentage of website traffic 2020. Saatavilla: <<https://www-statista-com.libproxy.tuni.fi/statistics/277125/share-of-website-traffic-coming-from-mobile-devices/>>. [Viitattu 18.6.2021]
- Tampereen yliopiston kirjasto. (2021). Tiedonhaun opas: Tiedonhaun suunnittelu. Saatavilla: <<https://libguides.tuni.fi/tiedonhaun-opas/haun-suunnittelu>>. [Viitattu 13.7.2021]
- Taylor, Z. (2018). Web accessibility: Not just for experts anymore. *Disability Compliance for Higher Education*. 23(9), 5.
- Townsend, A. (2013). *Smart cities: Big Data, civic hackers, and the quest for a New utopia*. W. W. Norton & Company, New York.
- Wilkinson, C., Walters, A. & Evans, J. (2016). Creating and Testing a Model-Driven Framework for Accessible User-Centric Design. *The Design Journal*. 19(1), 69-91.
- World Health Organization. (2020). Disability and health. Saatavilla: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>>. [Viitattu 3.6.2021]
- Wu, M. & Balakrishnan, R. (2003). Multi-Finer and Whole Hand Gestural Interaction Techniques for Multi-User Tabletop Displays. *Proceedings of the 16th annual ACM symposium on user interface software and technology*. 193–202.
- W3C. (2018). Verkkosisältöjen saavutettavuusohjeet (WCAG) 2.1. Saatavilla: <<https://www.w3.org/Translations/WCAG21-fi/>>. [Viitattu 2.6.2021]
- Yesilada, Y., Brajnik, G., Vigo, M. & Harper, S. (2015). Exploring perceptions of web accessibility: a survey approach. *Behaviour & Information Technology*. 34(2), 119–134.

LIITTEET

Liite A: Kirjallisuuskatsauksen tutkimusaineistot kategorioittain vanhimmasta uusimpaan.

Aihe	Tekijät	Vuosi	Otsikko	Keskeisin sisältö
saavutettavuus	Borg et al.	2015	Accessibility to electronic communication for people with cognitive disabilities: a systematic search and review of empirical evidence	Saavutettavuus kognitiivisia haasteita omaavien henkilöiden näkökulmasta.
	Oh & Chen	2015	Determinants of employees' intention to exert pressure on firms to engage in web accessibility	Saavutettavuuden edistämisen motivaatiot työntekijän näkökulmasta.
	Yesilada et al.	2015	Exploring perceptions of web accessibility: a survey approach	Koettu saavutettavuus.
	Aizpurua et al.	2016	Exploring the relationship between web accessibility and user experience	Käyttäjäkokemuksen ja saavutettavuuden yhteys.
	Leitner et al.	2016	Web accessibility implementation in private sector organizations: motivations and business impact	Saavutettavuuden edistämisen motivaatiot johdon näkökulmasta.
	Spyridonis & Daylamani-Zad	2019	A serious game to improve engagement with web accessibility guidelines	Saavutettavuusohjeistusten noudattaminen.
mobiilisovellukset	Dekelver et al.	2015	Design of Mobile Applications for People with Intellectual Disabilities	Mobiilisovellusten suunnittelu kehitysvammaisille.
	Carvalho et al.	2018	Accessibility and Usability Problems Encountered on Websites and Applications in Mobile Devices by Blind and Normal-Vision Users	Näkövammaisten kohtaamat saavutettavuus- ja käytettävyysongelmat.
	Damaceno et al.	2018	Mobile device accessibility for the visually impaired: problems mapping and recommendations	Mobiililaitteiden saavutettavuus näkövammaisille, suositukset parantamiseksi.
	Khan & Khusro	2019	Blind-friendly user interfaces – a pilot study on improving the accessibility of touchscreen interfaces	Kosketusnäyttöjen saavutettavuus näkövammaisille.
	Quispe et al.	2020	Prioritization of Mobile Accessibility Guidelines for Visual Impaired Users	Mobiilisovelluksia koskevien saavutettavuusohjeistusten priorisointi.

	Rezae et al.	2020	The evaluation of a mobile user interface for people on the autism spectrum: An eye movement study	Mobiilikäyttöliittymän arviointi autististen henkilöiden tapauksessa.
	Alajarmeh	2021	The extent of mobile accessibility coverage in WCAG 2.1: sufficiency of success criteria and appropriateness of relevant conformance levels pertaining to accessibility problems encountered by users who are visually impaired	Mobiilisovellusten saavutettavuusongelmien kattavuus WCAG:ssa.
	Badshah et al.	2021	What users really think about the usability of smartphone applications: diversity based empirical investigation	Mobiilisovellusten käytettävyys.
	Leite et al.	2021	Accessibility in the mobile development industry in Brazil: Awareness, knowledge, adoption, motivations and barriers	Saavutettavuus ja mobiilisovelluskehitys.
sovelluskehitysprosessi	Hong et al.	2015	A Delphi Study of Factors Hindering Web Accessibility for Persons with Disabilities	Yleisimpiä saavutettavuuden huomioimisen esteitä.
	Dirks & Bühler	2018	Usability Engineering for Cognitively Accessible Software	Kognitiivisesti saavutettavan ohjelmiston kehittäminen.
	Sanchez-Gordon et al.	2018	Integration of accessibility design patterns with the software implementation process of ISO/IEC 29110	Saavutettavuusmallien soveltaminen sovelluskehitysprosessissa.
	Silva et al.	2019	Accessible software development: a conceptual model proposal	Saavutettavan sovelluskehitysprosessin malli.
	Barroso et al.	2020	Special issue on accessibility and software design for all	Saavutettavuus sovelluskehitysprosessissa.
	Capilla et al.	2020	Usability implications in software architecture: The case study of a mobile app	Käytettävyys sovellusarkkitehtuurissa sovelluskehitysprosessin aikana.
	Pellegrini et al.	2020	How to Prioritize Accessibility in Agile Projects	Saavutettavuuden priorisointi ketterässä ohjelmistokehityksessä.
	Paiva et al.	2021	Accessibility and Software Engineering Processes: A Systematic Literature Review	Saavutettavuus sovelluskehitysprosessissa.
julkinen liikenne	Bulicek & Drdla	2015	Quality of urban public transport websites according to extent of provided information	Kaupunkiliikenteen verkkosivujen laatu saatavilla olevan tiedon perusteella.

	Morfoulaki et al.	2015	Increasing the attractiveness of public transport by investing in soft ICT based measures: Going from words to actions under an austerity backdrop – Thessaloniki's case, Greece	Julkisen liikenteen houkuttelevuuden parantaminen tietojärjestelmien keinoin.
	Grimaldi et al.	2016	Rethinking Public Transport Services for the Elderly Through a Transgenerational Design Approach	Julkinen liikenne vanhuksille.
	Bigby et al.	2017	Communication access on trains: a qualitative exploration of the perspectives of passengers with communication disabilities	Saavutettava tiedonvälitys raideliikenteessä.
	Gössling	2017	ICT and transport behavior: A conceptual review	Tietojärjestelmät ja julkisen liikenteen käyttö.
	Ceder & Jiang	2020	Route guidance ranking procedures with human perception consideration for personalized public transport service	Reittiohjeet personalisoidussa julkisen liikenteen palvelussa.
	Ferreira et al.	2020	Information as the First Attribute of Accessibility: A Method for Assessing the Information Provided by Urban Rail Systems to Tourists with Reduced Mobility	Esteettömyystiedot kaupunkiraideliikenteessä.
	Durand et al.	2021	Access denied? Digital inequality in transport services	Digitaalinen eriarvoisuus julkisen liikenteen sähköisissä palveluissa.