

Esineiden internet ja älykkäät ympäristöt esteettömien liikkumispalveluiden mahdollistajana

Analyysikehikko suunnittelun tueksi

Olli Pihlajamaa, Juho Kostiainen, Olli Kuusisto

Julkaisun nimi Esineiden internet ja älykkäät ympäristöt esteettömien liikkumispalveluiden mahdollistajana Analyysekehikko suunnittelun tueksi			
Tekijät Olli Pihlajamaa, Juho Kostiainen, Olli Kuusisto			
Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, 16.11.2018			
Julkaisusarjan nimi ja numero Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 23/2019		ISSN(verkkajulkaisu) 2669-8781 ISBN(verkkajulkaisu) 978-952-311-355-8	
Asiasanat Saavutettavuus, esteettömyys, esineiden internet, IoT, joukkoliikenne			
Tiivistelmä Tämän työn tavoitteena oli tarkastella meneillään olevan digitalisaatiokehityksen yhden tärkeän mahdollistajan, esineiden internetin (internet of things, IoT) potentiaalia esteettömyysratkaisuissa, jotka edesauttavat toimintarajoitteisten omaehtoista liikkumista joukkoliikennepalveluja hyödyntäen. Tätä varten kehitettiin analyysekehikko, jota soveltaen jäsennetään joukkoliikennepalveluilla tapahtuva liikkuminen ja siihen liittyvät toimet, joukkoliikennettä (potentiaalisesti) käyttävät ihmiset ja heidän toimintarajoitteensa sekä toimintaympäristö, jossa joukkoliikenteellä liikkuminen tapahtuu. Kehikon hyödyntäminen ratkaistavien ongelmien ja haasteiden kuvauksessa kuvataan kolmeosaisena prosessina, josta tuloksena saadaan tunnistettujen haasteiden kuvauksen sekä toiminnalliset ja suunnitteluvaatimukset määritettäviä ratkaisuja tai olemassa olevien ratkaisujen hyödyntämistä varten. Tuotettu kuvaus voi toimia parhaimmillaan sellaisenaan liitteenä toimeksiannon, julkisen hankinnan tai vaikkapa innovaatiokilpailun tehtävänantona. Esineiden internetin mahdollistama toiminnallisuus ihmiskeskeisessä älykkäässä IoT-pohjaisessa ympäristössä mallinnetaan teknologiariippumattomasti 1) sen kykyyn välittää tietoa ympäröivästä maailmasta ihmiselle ja hänen henkilökohtaisille laitteilleen, 2) sen kykyyn tehdä ihminen, hänen tilansa ja tarpeensa näkyväksi ympäröivälle maailmalle sekä 3) ihmisen kykyyn vaikuttaa ympäristön toimintoihin IoT:n mahdollistamien toimintojen kautta. Esineiden internetin potentiaalia tarkastellaan esimerkinomaisesti yhdistämällä kehikossa jäsenneltyjä joukkoliikenteellä liikkumiseen liittyviä toimia, tärkeimpiä toimintaesteitä sekä tarkastellaan IoT:n potentiaalia tässä kontekstissa. IoT:n hyödyntämismahdollisuuksia avaavilla esimerkeillä selvennetään kehikon käyttöä sekä konkretisoidaan, mitä IoT:n käyttö käytännössä voi tuoda esteettömyysratkaisuihin.			
Yhteyshenkilö Eetu Pilli-Sihvola		Raportin kieli suomi	Luottamuksellisuus Julkinen
		Kokonaissivumäärä 27	
Jakaja		Kustantaja Liikenne- ja viestintävirasto Traficom	

Publikation Sakernas internet och intelligenta miljöer möjliggör tillgängliga mobilitetstjänster Analysram som stöd för planeringen			
Författare Olli Pihlajamaa, Juho Kostiainen, Olli Kuusisto			
Tillsatt av och datum Transport- och kommunikationsverket Traficom, 16.11.2018			
Publikationsseriens namn och nummer Traficoms forskningsrapporter och utredningar 23/2019		ISSN (webbpublikation) 2669-8781 ISBN (webbpublikation) 978-952-311-355-8	
Ämnesord Tillgänglighet, sakernas internet, IoT, kollektivtrafik			
Sammandrag Syftet med detta arbete var att granska en av de viktigaste faktorerna som möjliggör den pågående digitaliseringsutvecklingen, d.v.s. sakernas internet (Internet of things, IoT) och dess potential i tillgänglighetslösningar som främjar den självständiga mobiliteten hos personer med nedsatt funktionsförmåga i användningen av kollektivtrafiken. För detta ändamål utvecklades en analysram som tillämpas för att strukturera mobiliteten inom kollektivtrafikstjänster och funktioner i anslutning till detta, de människor som (potentiellt) använder kollektivtrafiken och deras funktionsnedsättningar samt funktionsmiljön för kollektivtrafiken. Användningen av ramen i beskrivningen av problem och utmaningar som ska lösas beskrivs som en tredelad process som ger som resultat en beskrivning av identifierade utmaningar samt funktions- och planeringskrav för lösningar som ska specificeras eller för utnyttjande av befintliga lösningar. Den producerade beskrivningen kan i bästa fall fungera som sådan som en bilaga till ett uppdrag, en offentlig anskaffning eller exempelvis som uppdragsgivning för en innovationstävling. Funktionaliteten som sakernas internet möjliggör i en människocentrerad intelligent IoT-baserad miljö modelleras teknikoberoende som 1) dess förmåga att förmedla information om den omgivande världen till människan och hens privata enheter, 2) dess förmåga att synliggöra människan, hens situation och behov för den omgivande världen samt 3) människans förmåga att påverka miljöns funktioner genom de funktioner som IoT möjliggör. Potentialen för sakernas internet granskas via exempel genom att kombinera de mobilitetsfunktioner som relaterar till kollektivtrafiken som strukturerats i ramen, de viktigaste funktionshindren samt genom att granska IoT:s potential i denna kontext. Genom exempel som öppnar möjligheterna för utnyttjande av IoT tydliggörs ramens användning samt konkretiseras vad användningen av IoT i praktiken kan medföra för tillgänglighetslösningar.			
Kontaktperson Eetu Pilli-Sihvola		Språk finska	Sekretessgrad offentlig
Distribution		Sidoantal 27	
		Förlag Transport- och kommunikationsverket Traficom	

Title of publication Internet of Things and smart environments as enablers of accessible mobility services Analysis framework to support planning			
Author(s) Olli Pihlajamaa, Juho Kostiainen, Olli Kuusisto			
Commissioned by, date Finnish Transport and Communications Agency Traficom, 16.11.2018			
Publication series and number Traficom Research Reports 23/2019		ISSN (online) 2669-8781 ISBN (online) 978-952-311-355-8	
Keywords Accessibility, Internet of Things, IoT, public transport			
The aim in this work was to examine the potential of the Internet of Things (IoT), a key enabler in the current digital transformation, from the viewpoint of accessibility solutions that make it easier for people with functional limitations to independently use public transport services. For this purpose, the authors developed a framework for analysing the use of public transport services and related activities, (potential) users of public transport and their functional limitations, and the operating environment in which public transport is used. Applying the framework to describe the problems and challenges to which solutions are sought is illustrated as a three-part process producing the description of the identified challenges as well as the functional and planning requirements for solutions to be specified or for the application of existing solutions. In the optimal situation, the description produced in the process can be used as an appendix detailing an assignment for a commission, public contract or an innovation competition. The functionality made possible by the Internet of Things in a human-oriented and IoT-based smart environment is modelled in a technology-independent manner into 1) its capacity to relay information to people and their personal devices about the world around them; 2) its capacity to make people, their state and needs visible to the world around them; and 3) the ability of people to influence activities around them through functions enabled by IoT. The potential of the Internet of Things is examined on the basis of examples by combining actions related to the use of public transport grouped in the framework with key functional obstacles, while at the same time reviewing the potential of IoT in this context. The examples describing the potential of IoT illustrate the use of the framework and demonstrate, in a concrete manner, how IoT can be incorporated into accessibility solutions.			
Contact person Eetu Pilli-Sihvola		Language Finnish	Confidence status Public
Distributed by		Pages, total 27	
		Published by Finnish Transport and Communications Agency Traficom	

ALKUSANAT

Digitalisaation ja digitaalisten liikkumispalveluiden lisääntyessä on syytä miettiä uusia mahdollisuuksia toimimisesteisten näkökulmasta. Saatavilla olevan tiedon ja sen saatavuuden lisäksi nykypäiväiset ratkaisut voivat helpottaa tai tukea käyttäjää myös aktiivisemmin toimien vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa.

Tämän työn tavoitteena oli tarkastella esineiden internetiin (internet of things, IoT) pohjautuvien ratkaisuiden mahdollisuuksia edistää toimintarajoitteisten itsenäistä liikkumista joukkoliikenteellä sekä määrittelemään yleisempi analyysikehikko, jonka avulla haasteiden ja ratkaisuiden vastaavuutta voidaan tarkastella.

Selvitys liittyi Liikenne- ja viestintäministeriön liikenteen ja viestinnän digitaalisten palvelut esteettömiksi -toimenpideohjelman 2017–2021 (Vesänen-Nikitin & Åkermarck 2017, s. 32) toimenpiteeseen, jossa tutkimus- ja kehittämistoimenpiteitä suunnattaisiin *”sellaisten uusien, tietoturvallisten esineiden internetpalvelujen kehittämiseen, jotka auttaisivat iäkkäiden ja toimimisesteisten henkilöiden sekä kielivähemmistöjen ja turistien itsenäistä liikkumista ja joukkoliikenteen käyttöä.”*

Työhön ovat osallistuneet Olli Pihlajamaa, Juho Kostiainen (projektipäällikkö), Maija Federley, Olli Kuusisto ja Matti Luhtala VTT Oy:stä. Projektin ohjauksesta vastasi Eetu Pilli-Sihvola Traficomista.

Helsingissä, 1. lokakuuta 2019

Eetu Pilli-Sihvola
johtava asiantuntija
Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

FÖRORD

Då digitaliseringen och de digitala mobilitetstjänsterna ökar är det skäl att fundera över nya möjligheter ur de funktionshindrades synvinkel. Förutom den tillgängliga informationen och dess åtkomst kan moderna lösningar underlätta eller stöda användaren även mera aktivt genom att fungera i växelverkan med miljön.

Syftet med detta arbete var att granska möjligheterna hos lösningar som baserar sig på sakernas internet (internet of things, IoT) för att främja funktionshindrade personers självständiga mobilitet i kollektivtrafiken samt att fastställa en allmänna analysram med hjälp av vilken motsvarigheten för utmaningarna och lösningar kan granskas.

Utredningen anslöt sig till en åtgärd i kommunikationsministeriets publikation Digitala transport- och kommunikationstjänster görs tillgängliga - Åtgärdsprogram 2017–2021 (Vesänen-Nikitin & Åkermarck 2017, s. 32) där forsknings- och utvecklingsåtgärderna riktas till "utveckling av nya, datasäkra tjänster inom sakernas internet som hjälper äldre personer, personer med funktionsnedsättning, språkminoriteter och turister att röra sig självständigt och använda kollektivtrafik."

I arbetet har deltagit Olli Pihlajamaa, Juho Kostiainen (projektchef), Maija Federley, Olli Kuusisto och Matti Luhtala från VTT Oy. För projektets styrning ansvarade Eetu Pilli-Sihvola från Traficom.

Helsingfors, den 1 oktober 2019

Eetu Pilli-Sihvola
Ledande sakkunnig
Transport- och kommunikationsverket Traficom

FOREWORD

As increasing use is made of digitalisation and digital mobility services, we should also examine new opportunities offered by them from the perspective of people with functional limitations. In addition to the information available and its accessibility, modern solutions can also help users to interact with their environment in a more active manner.

The aim in this work was to examine the potential of solutions based on the Internet of Things (IoT) as instruments promoting the independent use of public transport by people with functional limitations and to set out a more general-level analysis framework for examining the challenges and the suitability of solutions.

The report relates to a measure set out in the Ministry of Transport and Communications publication Making digital transport and communications services accessible - Action Programme 2017–2021. In accordance with the measure, research and development efforts would be focused on the development of “new, secure Internet of Things services that would help elderly people, those with functional limitations, as well as linguistic minorities and tourists to move about independently and use public transport” (Vesanen-Nikitin & Åkermarck 2017, p. 32).

The report was produced by Olli Pihlajamaa, Juho Kostainen (Project Manager), Maija Federley, Olli Kuusisto and Matti Luhtala from the VTT Technical Research Centre of Finland Ltd. The project was coordinated by Eetu Pilli-Sihvola from Traficom.

Helsinki, 1 October 2019

Eetu Pilli-Sihvola

Chief Adviser

Finnish Transport and Communications Agency Traficom

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	1
1.1	Erilaisten käyttäjäryhmien itsenäisen liikkumisen haasteet.....	1
1.2	Digitalisaatio uusien ratkaisuiden pohjana.....	1
1.3	Työn tavoitteet.....	2
1.4	Miten työ tehtiin.....	2
2	Analyysikehikko.....	3
2.1	Kehikon osaset.....	4
2.1.1	Aktiviteettina joukkoliikenteen käyttö.....	4
2.1.2	Ihminen.....	5
2.1.3	Konteksti ja sen osa-alueet.....	7
2.2	Kehikon hyödyntämisprosessi.....	9
2.2.1	Ratkaistavan ongelman kuvaus.....	9
2.2.2	Ratkaisun määrittely.....	10
2.2.3	Olemassa olevat ratkaisut lähtökohtana.....	11
3	Esineiden internet ja itsenäinen joukkoliikenteellä liikkuminen	12
3.1	Esineiden internet.....	12
3.1.1	Esineiden internetin mahdollistama toiminnallisuus.....	12
3.1.2	Älykkäät ympäristöt ja käyttöliittymät.....	14
3.1.3	Älykäs, ihmiskeskeinen IoT-pohjainen ympäristö.....	14
3.2	Esineiden internet matkan eri vaiheissa.....	16
	Esimerkkejä esineiden internetiin pohjautuvista ratkaisuista.....	20
4	Yhteenveto ja suositukset	24
5	Lähdeluettelo.....	26

1 Johdanto

1.1 Erilaisten käyttäjäryhmien itsenäisen liikkumisen haasteet

Erilaiset toimintarajoitteet voivat tuoda haasteita itsenäisen liikkumisen osalta, jos palvelut ja toimintaympäristö eivät tue kaikenlaisten ihmisten liikkumiseen liittyviä toimia ja tarpeita. Suomessa kansalaisten tasavertaista mahdollisuutta palveluiden ja tuotteiden käytössä sekä erilaisissa toimintaympäristöissä toimimisessa pyritään takaamaan ja kehittämään esimerkiksi erilaisin säädöksiin, suunnitteluohjein sekä toimenpideohjelmoin (Ks. esimerkiksi: Somerpalo 2015, Vesanen-Nikitin & Åkermarck 2017). Tehtävä ei ole helppo, sillä toimintarajoitteita on hyvin monenlaisia ja monenasteisia. Näkövammaisuus voi esimerkiksi vaihdella täydestä sokeudesta valoherkyyteen ja fyysiset rajoitteet voivat kohdistua eri kehon osiin. Ikääntyminen puolestaan tuo usein joukon erilaisia toimintarajoitteita, jotka jossain ikääntymisen vaiheessa voivat esiintyä rinnakkain (esimerkiksi muistiin liittyvät rajoitteet, heikkonäköisyys ja lihasheikkous).

Toimintarajoitteista puhuttaessa on tärkeätä muistaa, että ne eivät muodostu yksinomaan ihmisen ominaisuuksista tai toimintakyvyn puutteista, vaan ihmisen ja hänen ympäristönsä vuorovaikutuksesta. Näin ollen, toimintaympäristö ja sen tarjoamat mahdollisuudet nousevat tärkeään asemaan, kun mietitään erilaisten ihmisten toimintamahdollisuuksia ja osallistumista. Ihmisen toimintarajoitteet ja kontekstuaaliset tekijät on siksi otettu tässä raportissa toimintakyvyn toisiinsa sidoksissa olevaksi kokonaisuudeksi. Tässä WHO:n julkaisema ja STAKES'in vuonna 2004 julkaisema *Toimintakyvyn, toimintarajoitteiden ja terveyden kansainvälinen luokitus: ICF* antaa tälle lähestymistavalla laajasti hyväksytyn pohjan.

Edellä mainitussa lähestymistavassa esteettömyysratkaisujen tarkastelussa ei keskitytä pelkästään toimintarajoitteen aiheuttavan lääketieteellisen syyn poistamiseen tai lieventämiseen, vaan pikemminkin siihen miten erilaiset ihmiset voivat elää ja toimia mahdollisimman tasavertaisesti toimintarajoitteidensa kanssa. Tämä voi tapahtua esimerkiksi fyysisten esteiden poistamisella, erilaisilla henkilökohtaisilla apuvälineillä tai vaikkapa avustavien henkilöiden käytöllä. Digitaalisten palveluiden levitessä kaikille elämän osa-alueille, tulee tiedosta, erilaisista kommunikaatitavoista sekä interaktiivista palveluista ja tietotekniikan mahdollistamista toiminnoista merkittävä mahdollistajia esteettömän toimintaympäristön luomisessa.

1.2 Digitalisaatio uusien ratkaisuiden pohjana

Digitaaliset ratkaisut ja palvelut tuovat uusia keinoja ja mahdollisuuksia helpottaa liikkumista. Digitalisaation lisääntyessä on syytä miettiä mitä kaikkea se voi tarkoittaa toimintarajoitteiden näkökulmasta. Koko matkaketjun kattavan esteettömyystiedon roolia liikenteen digitaalisissa palveluissa on käsitelty mm. Somerpalon, Tamminen ja Alinikulan (2017) toimesta. Osittainen saavutettavuus tai esteettömyystieto ei riitä, vaan käyttäjät tarvitsevat varmuuden palveluiden soveltuvuudesta ja kattavuudesta ovelta ovelle.

Tiedon saatavuuden ja saavutettavuuden lisäksi nykypäiväiset ratkaisut voivat helpottaa tai tukea käyttäjää myös aktiivisemmin toimien vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa. *Esineiden internet (internet of things, IoT)* tuo tiedon saatavuuden ja saavutettavuuden päälle vuorovaikutteisuuden ympäristön kanssa. Tässä työssä keskityttiin nimenomaan IoT-pohjaisiin ratkaisuihin.

1.3 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli määritellä analyysikehikko, joka auttaa tarkastelemaan tarpeita ja suunnittelemaan erilaisia ratkaisuita toimintarajoitteisten ihmisten itsenäisen liikumisen edistämiseksi. Selvitys liittyi Liikenne- ja viestintäministeriön liikenteen ja viestinnän digitaalisten palvelut esteettömiksi -toimenpideohjelman 2017–2021 (Vesänen-Nikitin & Åkermarck 2017, s. 32) toimenpiteeseen, jossa tutkimus- ja kehittämistoimenpiteitä suunnattaisiin *”sellaisten uusien, tietoturvallisten esineiden internetpalvelujen kehittämiseen, jotka auttaisivat iäkkäiden ja toimimisesteisten henkilöiden sekä kielivähemmistöjen ja turistien itsenäistä liikkumista ja joukkoliikenteen käyttöä.”*

Keskeiseksi kehikon soveltamis- ja tarkastelunäkökulmaksi otettiin joukkoliikenne ja IoT-tyyppiset ratkaisut. Tavoitteena oli selvittää missä eri muodoissa IoT:tä voidaan soveltaa sekä mitä rajoitteita tai edellytyksiä ratkaisuiden toteutukselle on ja näin ollen tukea uusien ratkaisuiden suunnittelua. Tätä varten raportissa on muodostettu yksinkertaistettu määritelmä IoT:n mahdollistamista toiminnallisuuksista ratkaisuiden suunnittelijoiden ja kehittäjien tueksi.

Käyttäjäryhmien osalta pääfokukseksi määritettiin näkövammaiset, iäkkäät (joilla iän myötä on usein samanlaisia eriasteisia haasteita kuin muilla ryhmillä) sekä fyysisesti toimimisesteiset. Näin ollen mm. kieli ja kulttuuri jätettiin vähemmälle huomiolle ratkaisuiden tarkastelussa, vaikkakin analyysikehikko itsessään on yleisesti kattava.

1.4 Miten työ tehtiin

Analyysikehikkoa määritettiin iteratiivisesti ja sitä samalla hyödyntäen ja koestaen. Aluksi luotiin joukkoliikenteen käytön, toimimisesteisten ja IoT:n näkökulmien yleiskuva ja liitynnät toisiinsa kirjallisuuden pohjalta. Alustavaa kehikkoa muokattiin ja täydennettiin ensin toimimisesteisiä edustavien yhdistysten haastatteluiden ja sen jälkeen verkkokyselyn kautta. Lopuksi järjestettiin yhteiskehitystyöpaja näkövammaisten ja iäkkäiden kanssa. Kussakin vaiheessa pyrittiin tunnistamaan olemassa olevia sekä potentiaalisia ratkaisuita ja käyttötapauksia.

Analyysikehikkoa hyödynnettiin kussakin vaiheessa apuvälineenä rajaamaan ja fokuksomaan keskustelua, kysymyksiä ja ajatuksia siihen kuinka nimenomaan IoT-pohjaiset ratkaisut voivat auttaa toimimista eri matkan vaiheiden aikana.

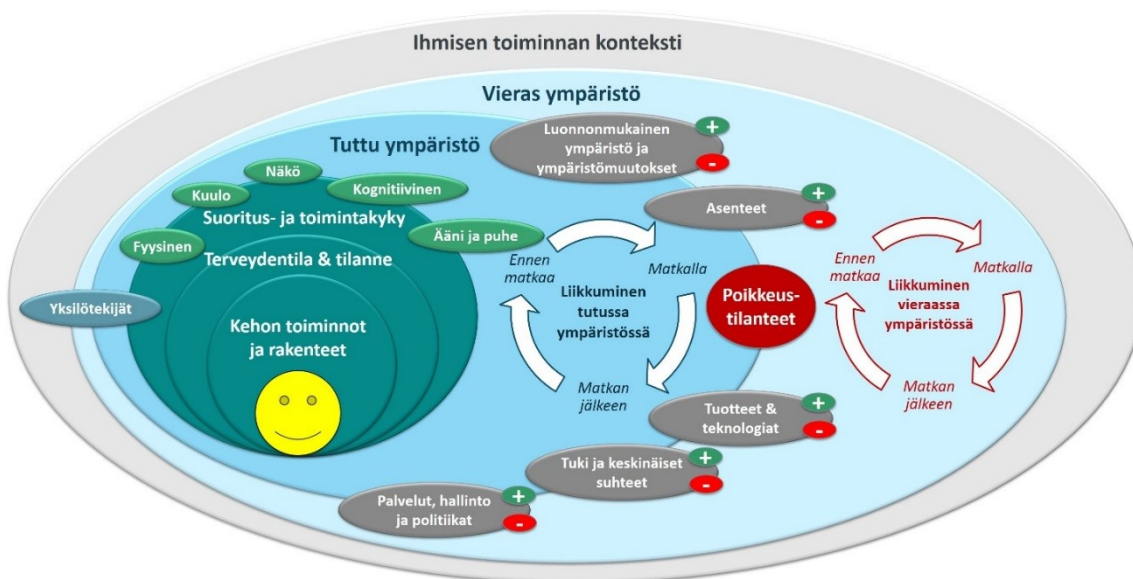
2 Analyysikehikko

Työn tavoitteena oleva analyysikehikko pyrkii jäsentämään ihmistä sekä hänen toimintaansa vaikuttavia tekijöitä toiminnan suorituskontekstissa. Kuva 1 esittää kehikon kokonaisuudessaan sovellettuna tässä raportissa tarkasteltavana olevan joukkoliikenteen käytön näkökulmasta. Siinä ihmisen toiminta jaetaan kolmeen osaan:

1. *ihminen* ja hänen toimintakykynsä
2. *aktiviteetti* eli ihmisen toiminta, tekeminen (tässä raportissa joukkoliikenteen käyttö) sekä
3. *konteksti* eli ihmisen toimintaan valitussa aktiviteetissa vaikuttavat ympäristö- ja yksilötekijät

Kehikossa ihmisen ominaisuudet ja toimintakyky eritellään ICF-luokituksen (STAKES 2004) kanssa yhteensopivilla ominaisuuksilla, jotka on yleisesti kirjallisuudessa katsottu merkittäviksi liikkumispalveluiden hyödyntämisen osalta.

Aktiviteettina tähän raporttiin rajattu päivittäisen joukkoliikenteen käyttö on jaettu kolmeen vaiheeseen käsittäen ennen matkaa tehtävät valmistelut, itse matkustukseen liittyvät toimet sekä matkan päätteeksi tehtävät toimet.



Kuva 1. Ihmisen liikkumiseen liittyvään toimintaan vaikuttavat tekijät.

Aktiviteetin konteksti on mallinnettu ICF-luokituksen (STAKES 2004) mukaisesti erilaisiin *ympäristötekijöihin* sekä *yksilötekijöihin*, jotka kaikki yhdessä vaikuttavat joko positiivisesti tai negatiivisesti siihen, kuinka henkilön toimintakyky lopulta määräytyy hänen henkilökohtaisten ominaisuuksiensa pohjalta.

Ympäristön suhteen olemme lisäksi erottaneet toimijalle tutun ja vieraan ympäristön toisistaan, sillä toiminta tutussa, opitussa ympäristössä – vaikka puutteellisemmasakin – on yleensä helpompaa kuin vieraassa ympäristössä. Tähän liittyen tärkeänä seikkana mukaan kehikkoon on sisällytetty myös ongelmatilanteet, jotka tutussakin ympäristössä tekevät opitun rutiininomaisen toiminnan mahdottomaksi, toimintaympäristön näin muuttuen vieraammaksi.

Tässä luvussa selitetään yllä olevan kuvan (Kuva 1) tarkastelukehikko tarkemmin ja esitetään kuinka ratkaisuiden kehittäjät voivat hyödyntää sitä suunnitteluprosessissaan. Kehikon osaset ohjaavat huomioimaan tarkasteltavaan aktiviteettiin (liikkumiseen) liittyvät vaiheet ja niihin liittyvät toimet sekä ihmisen (käyttäjien) suorituskyvyn ja ominaisuudet sekä niihin liittyvät haasteet vuorovaikutuksessa toimintaympäristön kanssa. Kehikko voi siis toimia prosessityökaluna sekä muistilistan omaisena apuvälineenä.

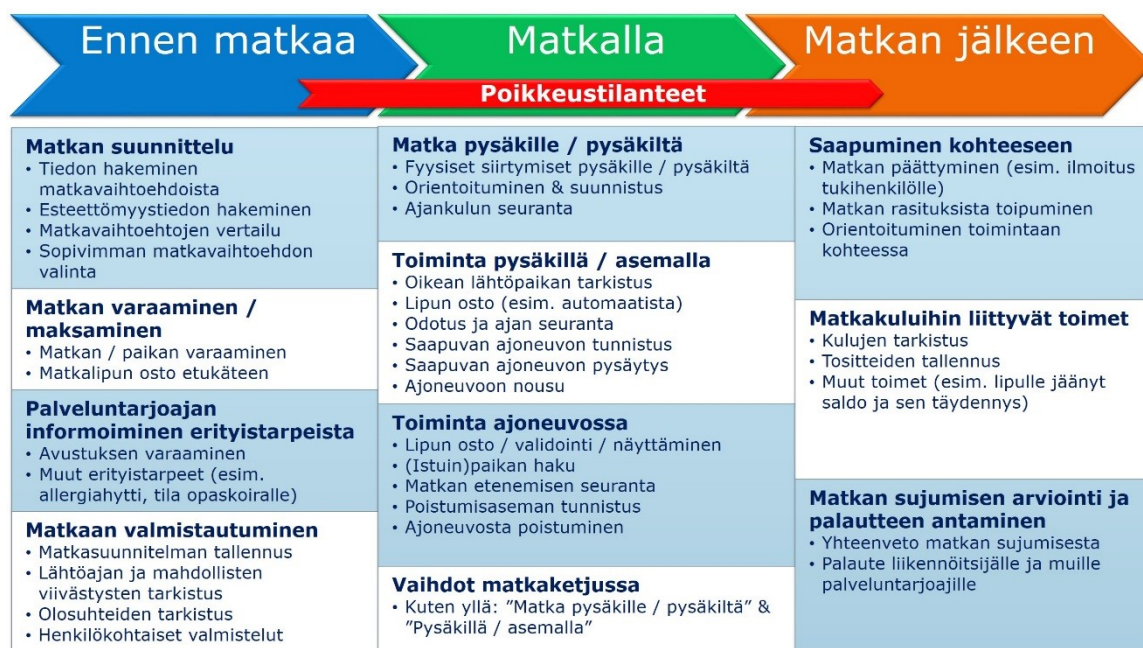
2.1 Kehikon osaset

2.1.1 Aktiviteettina joukkoliikenteen käyttö

Tässä raportissa kehikon aktiviteetiksi on rajattu päivittäisen joukkoliikenteen käyttö ja siihen liittyvät toimet. Se käsittää kaikki matkan tekoon liittyvät toimet koko matkakaketjun osalta – oli matkaketju sitten yhdestä tai useammasta matkasta koostuva. Kuva 2 jäsentää aktiviteetin kolmeen osaan: 1) ennen matkaa, 2) matkalla sekä 3) matkan jälkeen, sekä listaa niitä toimia, joita matkustajalla voi olla tarve tehdä matkan aikana.

Lista matkaan liittyvistä toimista on esimerkinomainen ja pyrkii tuomaan esille sen, kuinka monia tekijöitä matkan tekemiseen liittyy. Näin liikkumispalvelujen suunnittelussa on helppo tarkistaa, että kaikki mahdolliset matkaan liittyvät toimet on huomioitu. Lista samalla korostaa sitä seikkaa, että onnistunut matkan toteuttaminen vaatii kokonaissuunnittelua, jossa kaikki matkan tekemiseen vaadittavat elementit (esim. palvelut ja toimintaympäristö) on toteutettu riittävän hyvällä tasolla.

Edellä mainittua listaa tulee luonnollisesti täydentää, jos aktiviteettia laajennetaan esimerkiksi lentomatkailuun, jolloin esimerkiksi sisään kirjautumiset ja turvatarkastukset tulevat uusina toimina matkustuksen osaksi. Toisaalta listaa voidaan käyttää myös rajatusti, kun suunnitellaan esimerkiksi matkustajaterminaalissa toimimista osana matkaa.



Kuva 2. Esimerkki matkan vaiheista ja niihin liittyvistä toiminnoista.

Kuva 2 ja siihen lisätty elementti *Poikkeustilanteet* muistuttaa myös siitä, että suunnittelussa ja toteutuksessa täytyy huomioida mahdollisuuksien mukaan myös poikkeustilanteet, niiden pakottaman toiminta sekä poikkeustilanteista selviämisen tuki. Poikkeustilanteiden kirjo on laaja ja niitä ei ole erikseen listattu kehikkoon, vaan ne pitää suunnittelukohteesta riippuen erikseen huomioida esimerkiksi kartoittamalla yleisimmät odotettavissa olevat poikkeustilanteet. Lisäksi on syytä hahmottaa toimintatavat ja yleiset mekanismit niissä tilanteissa, joita ei ole etukäteen huomioitu (joko niiden odotetun harvinaisuuden tai ennalta-arvaamattomuuden vuoksi).

Eri matkan vaiheissa sekä poikkeustilanteissa vaadittavia toimia tulee tarkastella kohderyhmän toimintarajoitteita sekä matkan kontekstia huomioiden. Esimerkiksi näkövammaisilla ja pyörätuolimatkustajilla toimet voivat olla eri tavalla haasteellisia. Samoin vaikkapa maaseutu- ja kaupunkiympäristö voivat tuoda kumpikin oman mausteensa kontekstina matkustustoimiin.

2.1.2 Ihminen

Ihmisen toimintakyky ja onnistuminen hänen toimissaan eri tilanteissa riippuvat ihmisen toiminnan aikaisista ominaisuuksista ja kyvyistä vuorovaikutuksessa kontekstuaalisten tekijöiden kanssa (ks. Luku 2.1.3). Kun ihmisen toimintakyky on syystä tai toisesta rajoittunut jossain kontekstissa, puhutaan *toimintarajoitteesta*. ICF-luokitus (STAKES 2004) jäsentää ihmisen terveydentilaa sekä siihen liittyvää toiminnallista tilaa seikkaperäisesti moniportaisessa luokittelussaan ja luokittelua voidaan pitää parhaana lähtökohtana, kun halutaan viitata ihmisen ruumiintoimintoihin ja -rakenteisiin sekä näiden vaikutuksiin ihmisen suorituksissa ja osallistumisessa. Erityisen tärkeää on, että ICF-luokitus kytkee myös nämä asiat toisiinsa sekä vuorovaikutukseen kontekstin kanssa. Tällöin ihminen ei jää vain lääketieteen avulla vaivoista ja vajavaisuuksista parannettavaksi ja korjattavaksi, jotta voisi toimia tasavertaisesti ja esteettömästi muiden kanssa. Esteettömyyden edistäminen vaatii yhtä lailla kontekstuaalisten tekijöiden parantamista – edistävien tekijöiden lisäämistä ja rajoittavien tekijöiden vähentämistä.

Ihmisen ruumiinrakenteiden ja ruumiintoimintojen kattava ICF-luokitus on kuitenkin kokonaisuudessaan turhan laaja, kun käsitellään tärkeimpiä toimintarajoitteita jossain tietyssä aktiviteetissa ja siihen liittyvissä konteksteissa. Näin ollen, tarkasteltavien julkisen liikenteen liikkumispalveluiden käyttöä varten olemme valinneet kirjallisuuskatsauksen avulla ne toimintarajoitteet, jotka on yleisesti katsottu vaikuttavan oleellisinmin omaehtoiseen matkustamiseen tai arkielämän toimintoihin (esimerkiksi: ISO/IEC 2014, Somerpalo et al. 2017, Liikennevirasto 2018)

Toimintarajoitteista eniten joukkoliikenteen käyttöön katsottiin vaikuttavan (ks. Kuva 3):

1. näköön liittyvät rajoitteet
2. fyysisiin ominaisuuksiin ja kykyihin liittyvät rajoitteet
3. kognitiivisten kykyjen rajoitteet
4. kuuloon liittyvät rajoitteet sekä
5. puheen tuottamiseen liittyvät rajoitteet



Kuva 3. Ihmisen toimintakykyyn vaikuttavia tekijöitä liikkumispalveluiden käytössä

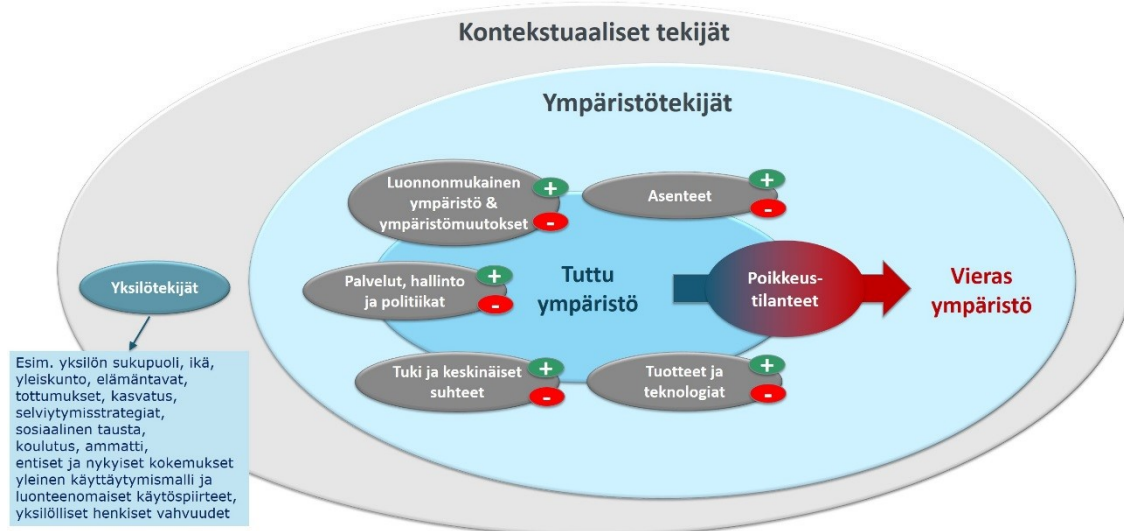
Näistä kaksi viimeisintä ovat tärkeitä nimenomaan niissä kommunikaatiotilanteissa, missä palvelu tapahtuu perinteisesti suullisen kommunikaation avulla tai kun informaatiota jaetaan esimerkiksi kuulutuksin. Digitaalisten palveluiden kehitys kuitenkin on vähentänyt näiden toimintarajoitteiden merkitystä oleellisesti matkustukseen liittyvissä toiminnoissa tuomalla multimodaalisen vuorovaikutuksen paremmin mahdolliseksi. Lisäksi tämän työn puitteissa tarkasteltavan IoT:n hyödyntämismahdollisuudet kyseisten toimintarajoitteiden poistamisessa nähtiin pieninä. Näin ollen tämän kehikon koestamisessa ja IoT:n tuomien mahdollisuuksien tarkastelussa (ks. Luku 3) keskitytään toimintarajoitteista yllä olevista kolmeen ensimmäiseen, mikä vastaa pitkälti siitä mihin myös Somerpalo et al. (2017) ovat päätyneet.

Edellä mainittuja toimintarajoitekattegorioita tarkasteltaessa on huomattava, että ne edustavat otsikkonsa alla laajaa kirjoa sekä rajoitteen luonteen että sen vakavuuden suhteen. Näkövamma vaihtelee täydestä sokeudesta heikkonäköisyyteen ja valoherkyyksiin. Fyysiset rajoitteet voivat liittyä esimerkiksi ikääntyneen heikkovoimaisuuteen, tasapainon ylläpitämiseen tai sellaisiin kehon rakenteisiin, jotka vaativat pyörätuolia. Kognitiiviset toimintarajoitteet puolestaan kattavat monenlaisia mielen toimintoihin liittyviä rajoitteita sisältäen mm. muistihäiriöt ja eristeiset kehitysvammat.

Toimintarajoitteista puhuttaessa on tärkeää nähdä, että pysyvästi toimintarajoitteisten lisäksi käytännössä jokainen matkustava ihminen on jossain elämänsä vaiheessa hetkellisesti tai pidemminkin aikaa toimintarajoitteinen johtuen sairastumisesta, hankalista matkatavaroista tai vaikkapa lapsesta sylissä. Näin ollen toimintarajoitteille palveluita sopivaksi suunniteltaessa on hyvä nähdä, että esteettömät ratkaisut ovat usein kaikille hyviä ratkaisuja.

2.1.3 Konteksti ja sen osa-alueet

Tässä raportissa esitettävässä kehikossa kontekstilla tarkoitetaan kaikkien niiden ulkoisten tekijöiden kokonaisuutta, joka vaikuttaa ihmisen terveydentilaan ja toimintakykyyn. Konteksti on siis se ympäristö ja yksilön tausta, jonka piirissä hän suorittaa kehikossa tarkasteltavaan aktiviteettiin kuuluvia toimia.



Kuva 4. Ihmisen terveydentilaan ja toimintakykyyn vaikuttavat kontekstuaaliset tekijät.

Käytämme ICF-luokituksen (STAKES 2004) mukaista jaottelua jakaessamme kontekstuaaliset tekijät eri osa-alueisiin. Siinä kontekstuaaliset tekijät jaetaan *ympäristötekijöihin* ja *yksilötekijöihin* (Kuva 4).

Ympäristötekijöitä ovat:

- *Tuotteet ja teknologiat*, jolla viitataan kaikkiin yksilön välittömään ympäristöön liittyviin teollisesti valmistettuihin tuotteisiin.
- *Luonnonmukainen ympäristö ja ihmisten tekemät ympäristömuutokset*, jolla viitataan luonnollisen tai fyysikaalisen ympäristön tekijöihin, ihmisen muovaamiin rakenteisiin sekä ympäristössä asuvan väestön ominaispiirteisiin.
- *Tuki ja keskinäiset suhteet*, joilla viitataan ihmisiin tai eläimiin, jotka tarjoavat fyysistä tai emotionaalista tukea, hoivaa, suojelua ja avustamista.
- *Asenteet*, joilla viitataan ihmiselämän eri tasoilla tapahtuvaan käyttäytymiseen yksilöä kohtaan (esim. yksilön ominaisuuksiin ja taustaan liittyen) esimerkiksi tapojen, tottumusten, ideologioiden, arvojen, normien ja vakaumusten seurauksena.
- *Palvelut, hallinto ja politiikat*, jolla viitataan ihmisille eri yhteiskuntasektoreilla tarjottaviin palveluihin, hallinnollisiin valvonta- ja järjestelymekanismeihin sekä määräyksiin, säädöksiin, sopimuksiin ja standardeihin.

Yksilötekijöihin kuuluvat kaikki ne tekijät, jotka ovat muokanneet ihmistä elämän saatossa, syntyvät ihmisen persoonasta tai ovat tulleet osaksi ihmistä vaikkapa kulttuurisen ympäristön, kasvatuksen tai koulutuksen vaikutuksesta. Nämä luetaan ICF-luokituksessa kontekstuaalisiksi tekijöiksi (ympäristötekijöiden lisäksi) ja ovat siten

ikään kuin kontekstin ajan saatossa yksilöön luoma ominaisuusjoukko, joka voi toimia toimintakyvyn heikentäjänä tai vahvistajana tilanteesta riippuen.

Esiteltävässä kehikossa ympäristötekijöiden muodostama ympäristö on jaettu tuttuun ja vieraaseen ympäristöön. Varsinkin toimintarajoitteiden kanssa (esim. näkövamma) tuttu ja opittu ympäristö mahdollistaa omaehtoisen toiminnan, mutta vieraassa ympäristössä toiminta on selkeästi hankalampaa ja voi vaatia esimerkiksi avustajan. Se onko joku ympäristö tuttu tai vieras liittyy suoraan henkilön yksilötekijöihin, sillä niihin kuuluvat mm. elämäkokemus ja opitut asiat, jotka vaikuttavat suoraan siihen tunteeiko yksilö jonkin toimintaympäristön tutuksi tai vieraaksi. Lisäksi esimerkiksi kognitiiviset rajoitteet (esim. muistitoimintojen heikkeneminen) voivat vaikuttaa siihen kuinka tuttuina ihminen toimintaympäristönsä kokee.

Luvussa 2.1.1 mainitut poikkeustilanteet on lisätty omana erikoistapauksenaan myös kontekstuaalisten tekijöiden joukkoon (Kuva 4), sillä ne eivät ainoastaan generoi uusia toimia tarkasteltavaan aktiviteettiin, vaan myös muokkaavat yksilön kokemusta ympäristöstä suhteessa siihen mitä hän on siitä oppinut. Esimerkiksi häiriöt ja yllätykselliset tilanteet muuttuvat ympäristöä käyttäjälle tietyssä mielessä vieraammaksi suhteessa hänen elämäkokemukseensa ja tutut opitut toimintamallit voivat muuttua hyödyttömiksi. Näin ollen esimerkiksi näkövammaiselle poikkeusjärjestelyt joukkoliikenteessä voivat estää omaehtoisen liikkumisen kokonaan, kun opittuja reittejä ei voi hyödyntää.

Kontekstuaaliset tekijät muodostavat joukon toimintaa edistäviä tai rajoittavia elementtejä yksilön toimintaympäristössä. Näistä tekijöistä siis löytyvät kehityskohteet, kun esteettömyyttä tukevia ratkaisuja lähdetään suunnittelemaan ja toteuttamaan. Esiteltävässä kehikossa ratkaisuja voidaan tarkastella missä tahansa ympäristötekijäkategoriasa. Esimerkiksi tarvittavia ratkaisuja esteettömyyspalveluiden aikaansaamiseksi voidaan tarkastella kategoriasa: *Palvelut, hallinto ja politiikat*, jossa mm. *kaavoitus, arkkitehtuuri ja liikkumispalveluiden järjestäminen* omina osa-alueinaan antavat työkaluja hallinnollisen puolen osalta. Tämän raportin keskiössä oleva esineiden Internet (IoT) ratkaisujen mahdollistajana puolestaan kuluu *Tuotteet ja teknologiat* -kategoriaan.

On kuitenkin huomattava, että kontekstuaaliset tekijät eivät ole hermeettisiä kokonaisuuksia, vaan riippuvat toinen toisistaan. Ratkaisut vaativat siis toimenpiteitä useassa eri kategoriasa. Esimerkiksi jonkin tietoteknisen ratkaisun (*Tuotteet ja teknologiat*) käyttöönotto vai vaatia tarkennuksia yksilönsuojaa liittyvään lainsäädäntöön sekä päätöksentekoon kansallisen tietorekisterin perustamisesta (*Palvelut, hallinto ja politiikat*).

2.2 Kehikon hyödyntämisprosessi

Edellä esitelty analyysikehikko tarjoaa loppukäyttäjän tarpeista lähtevän suunnittelun ja kehittämisen lähtökohdat (Kuva 5).

Prosessin vaiheet	Tämän projektin fokuksessa	Tulos	
1 Vaiheet ja toiminnot	Matkaketjun osat ja käyttäjän toimenpiteet	Toiminnalliset vaatimukset	Ratkaistavan ongelman kuvaus
2 Käyttäjien haasteet	Toimintarajoitteet	Vaatimukset palvelu- ja tuotesuunnitteluun	
3 Konteksti	Toimintaympäristö ja muuttujat	Kontekstin reunaehdot	
4 Mahdollisuudet ja ratkaisut	IoT ja älykkäät ympäristöt	Ideat, toiminnalliset suunnitelmat	Ratkaisun määrittely
5 Edellytykset ja riippuvuudet	Mitä toteutus vaatii laitteilta tai ympäristöltä	Toteutussuunnitelma nyky-ympäristöön	

Kuva 5. Kehikon hyödyntämiseen liittyviä työvaiheita.

2.2.1 Ratkaistavan ongelman kuvaus

Ensimmäisessä vaiheessa kehikon elementit ohjaavat rajaamaan suunnittelun ja kehittämisen kohteet loppukäyttäjän toimien tasolla: Mikä on se aktiviteetti ja mitkä ovat ne aktiviteettiin liittyvät tehtävät ja toimet, joista loppukäyttäjän tulee suorittua? Millaisia ovat tunnistettujen tehtävien vaatimat suoritteet, välineet ja muut valmiudet käyttäjältä tällä hetkellä?

Toisessa vaiheessa rajataan käyttäjäryhmät ja analysoidaan niihin liittyvien ihmisten ominaispiirteet, suorituskyky ja suoritusrajoitteet: Kenen toimintaa valitussa aktiviteetissa tarkastellaan? Mitkä ovat valittujen kohderyhmien haasteet edellä mainituissa tehtävissä ja toimissa? Mitkä ovat valittujen kohderyhmien toimintarajoitteet ja toimintatavat näiden rajoitteiden puitteissa?

Kolmanneksi huomio kohdistetaan siihen kontekstiin, jossa valitun aktiviteetin tehtäviä ja toimia suoritetaan. Millaisessa ympäristössä kukin aktiviteettiin liittyvä tehtävä tai toimi suoritetaan? Miten ympäristötekijät edesauttavat tai rajoittavat toimintaa? Miten yksilötekijät vaikuttavat toimintaan? Millaisia poikkeustilanteita ympäristötekijät voivat aiheuttaa valitun aktiviteetin piirissä?

Edellä mainittuja ongelman kuvaukseen liittyviä vaiheita ei tule suorittaa tiukan kronologisessa järjestyksessä, vaan huomioida se, että niihin liittyvät asiat ovat tiukasti riippuvuussuhteessa toisiinsa. Näin ollen ongelman kuvausta tulee miettiä pikemmin iteroiden nämä riippuvuussuhteet huomioiden. Esimerkiksi joukkoliikenteen käyttöön liittyvää tehtävää *Ajoneuvoon nousu* (Vaihe 1) tulee tarkastella valitun kohderyhmän osalta: ikääntynyt ja fyysisesti rajoittunut (Vaihe 2) ja sijoittaa nämä asiat konteksteihin, jossa toiminta tapahtuu: kaupunkiliikenteen bussit talvella lumipyryn ja sitä seuranneen aurauksen jälkeen (Vaihe 3).

Toisaalta, ei pidä lähteä yksinomaan tällä hetkellä *toteutuvasta* toiminnasta ja siihen liittyvistä haasteista. Prosessissa on syytä tunnistaa myös ne tapaukset, joissa toiminta *ei tämän hetken ratkaisuilla toteudu ollenkaan*. Esimerkiksi sokeille multimo- daalisesta matkaketjusta suoriutuminen vaihtoineen ei monista eri syistä useinkaan

onnistu tai lentokoneella matkustaminen ei tietyn tyyppisellä moottoroidulla pyörä-tuolilla kulkijalle onnistu ollenkaan, jos pyörätuolinsa haluaa mukaan matkalle. Näin esimerkiksi joidenkin liikkumispalveluiden piiriin voidaan saada sellaisia ratkaisuja, jotka mahdollistavat kokonaan uusia käyttäjäryhmiä.

2.2.2 Ratkaisun määrittely

Ratkaisun määrittelyvaiheessa olemme tunnistaneet funktionaaliset tarpeet, kohde-ryhmät ja niiden ominaisuudet sekä konteksti, jossa funktionaalsiin tarpeisiin ja haasteisiin liittyvä toiminta tapahtuu tai ei jostain syystä pääse tapahtumaan. Ratkaisut voivat liittyä joko:

1. kohderyhmän omien valmiuksien ja suorituskyvyn parantamiseen lääketieteellisin keinoin (esim. kuntoutus, proteesit yms.) tai
2. uusien edistävien kontekstuaalisten tekijöiden luomiseen, olemassa olevien parantamiseen tai rajoittavien tekijöiden poistamiseen.

Tässä raportissa keskitytään IoT-pohjaisiin älykkäisiin ympäristöihin ratkaisujen mahdollistajana (ks. Luku 3). Tämä rajaa tarkastelun lähinnä jälkimmäiseen ratkaisutyyppiin, jossa tarkastelu ympäristö- ja yksilötekijöistä (ks. Luku 2.1.3) keskittyy kategoriaan: *Tuotteet ja teknologiat* (STAKES 2004), joka pitää sisällään esimerkiksi seuraavia kohteita ratkaisuille:

- henkilökohtaiset apuvälineet sekä muut henkilökohtaiset laitteet
- kodin teknologia ja viestintävälineet
- kommunikointipalvelut ja -teknologiat
- digitaaliset palvelut teknisiltä ratkaisuiltaan
- rakennetun ympäristön tuote- ja teknologiaratkaisut
- liikkumisen ja liikenteen tuotteet ja ratkaisut

Mielenkiintoista tulevaisuudessa on se, että ihmisen toimintarajoitteiden lieventäminen tai poistaminen lääketieteen keinoin on jo osin tuotteiden ja teknologioiden piirissä esimerkiksi keinoitekoisesti valmistettujen, mahdollisesti ihmisen hermostoon tietoteknisesti kytkettyjen kehonosien muodossa. Rajat ihmisen kehon ominaisuuksista ja toiminnoista ympäristötekijöiksi luokiteltuihin tuotteisiin ja teknologioihin sumenevat tulevaisuudessa, kun jo nykyään voidaan esimerkiksi korvata kehon puuttuvia tai vioittuneita osia esimerkiksi palauttamalla verkkokalvosairauden sokeutta-neelle jonkinasteinen näkökyky mikroelektroniikan avulla toteutetulla verkkokalvoimplantilla. Tulevaisuuden ihminen voikin siis olla *ihminen 2.0*, biologisesta ihmisestä paranneltu versio, joka pystyy esimerkiksi ohjaamaan ympäristönsä toimintoja aivo-käyttöliittymän avulla, mikä puolestaan voi tuoda esteettömyysratkaisujen piiriin ihan uudenlaisia mahdollisuuksia.

Kolmesta ensimmäisestä vaiheesta syntyvä ongelman kuvaus on syötteenä ratkaisujen ideoinnille, jota ohjataan vaiheissa 1-3 luodulle ongelman kuvaukselle siellä määriteltynä rajauksineen ja tarvittaessa neljännessä vaiheessa vielä rajaamalla ratkaisukeinoja halutulla tavalla. Rajatessa kohderyhmiä on kuitenkin hyvä pitää mielessä ns. *Design for All* -periaate (kaikille sopiva suunnittelu) erityissuunnittelun sijaan siellä missä mahdollista.

Ratkaisun määrittelyvaiheessa, vaiheissa 1-3 tuotettu ongelman kuvaus voi toimia parhaimmillaan sellaisenaan liitteenä toimeksiannon, julkisen hankinnan tai vaikkapa innovaatiokilpailun tehtävänantona. Ratkaisujen ideointi voi olla myös hedelmällistä tehdä yhdessä vaiheiden 1-3 kanssa, kun haasteet nousevat esille. Kun tunnistetaan haaste ja syyt sille, niin onkin jo helppo esimerkiksi palvelujen käyttäjien kanssa miettiä mikä auttaisi haasteissa. Tämä tuli esille esimerkiksi tässä työssä toteutetussa ideointityöpajassa, jossa hahmotettiin toimintarajoitteisten henkilöiden matkaketjua tarinankerronnan keinoin näkö- sekä liikkumisesteisten kanssa. Siinä kehikon ohjaamana tarinankerronnassa eläydyttiin liikkumistilanteisiin ja niissä esiintyviin haasteisiin sekä ideoitiin tarinan edetessä ratkaisuja haasteisiin.

Viidennessä vaiheessa edetään ideoiduista ratkaisuista kohti konkretiaa. Siinä selvitetään, miten ratkaisu voidaan käytännössä toteuttaa. Tämä on pitkälti eri asiantuntijoiden kanssa työskentelyä, jossa jalostetaan ideoita, etsitään toteutuskeinoja, luodaan tekniset vaatimukset sekä analysoidaan ratkaisujen kohdeympäristö. Esimerkiksi: Mitä teknologioita vaaditaan? Millaisia muutoksia nyky-ympäristöön vaaditaan ratkaisujen tuomiseksi haluttuun kontekstiin (vrt. muut ympäristötekijät)? Miten ratkaisu saadaan hyödyttämään mahdollisimman monia? Kuinka ratkaisusta saadaan taloudellinen tai jopa tuottava?

2.2.3 Olemassa olevat ratkaisut lähtökohtana

Edellä esitettyä suunnitteluprosessia voidaan lähteä toteuttamaan myös olemassa olevista ratkaisuista käsin. Tällöin, sen sijaan, että lähdetäisiin ideoimaan uusia ratkaisuja, pyritään tutkimaan valmiiden ratkaisujen tai teknologioiden soveltuvuutta ratkaistaviin ongelmiin, joita on tunnistettu kolmessa ensimmäisessä vaiheessa. Soveltuvuudessa ratkaisevassa asemassa on se, kuinka olemassa oleva ratkaisu siirtyy uusiin käyttökohteisiin tai uusille käyttäjäryhmille järkevällä panostuksella suhteessa saatavaan hyötyyn.

Esimerkiksi hissivalmistajat miettivät etädiagnostiikkaratkaisuja välttääkseen paikan päällä tehdyt tarkastukset. Pienellä lisäpanostuksella kehitettävä etädiagnostiikkaratkaisu voitaisiin saada myös palvelemaan reaaliaikaisen hissien toimintakuntotiedon välitystä esim. reittioppaalle, jolloin käyttäjä voisi tältä osin saada ajantasaista esteettömyystietoa suunnitellun matkaketjun osalta. Samalla tavalla esimerkiksi hississä käytettyjä ääniopasteratkaisuja voitaisiin soveltaa (bussien paikkatietoa hyödyntämällä) esimerkiksi pysäkeille kertomaan lähestyvistä busseista, jotta näkövammaiset, kännykkäsovelluksiinsa keskittyvät ja vaikkapa huonon sään vuoksi heikosti lähestyvän bussin numeron näkevät voisivat kaikki hyötyä.

3 Esineiden internet ja itsenäinen joukkoliikenteellä liikkuminen

Tässä luvussa esitellään jaottelumme, joka auttaa uusien ratkaisuiden suunnittelijoita hahmottamaan IoT:n mahdollistamia toiminnallisuuksia yksinkertaisen ja käytännöllisen jaottelun kautta (tarttumatta tarkkoihin teknisiin määritelmiin). Sen jälkeen kuvataan kuinka IoT-toiminnallisuudet voivat auttaa erilaisten toimintarajoitteiden kanssa erilaisissa matkan vaiheissa ja niihin liittyvien toimien ja tehtävien suorittamisessa. Lopuksi havainnollistamme esimerkkien kautta näitä mahdollisuuksia.

3.1 Esineiden internet

3.1.1 Esineiden internetin mahdollistama toiminnallisuus

Esineiden internet (Internet of Things, IoT) on monimuotoinen ja sisällöltään ameebamainen käsite, jonka määrittely seuraa pitkälti määrittelijän omia intressejä ja näkökulmia. Useimmiten määritelmän keskiössä kuitenkin ovat:

- *esineet*, jotka ovat varustettuja teknologialla ja älykkyydellä, mikä mahdollistaa esineiden oman sekä niiden ympäristön tilan havainnointia sekä autonomista toimintaa, sekä
- *tietoliikenneverkot*, jotka mahdollistavat esineiden välisen kommunikoinnin ja tiedon vaihdon.

Minerva, Biru & Rotondi (2015) ovat luoneet työdokumentin, joka antaa asiasta enemmän kiinnostuneelle lukijalle kattavan yleiskuvauksen IoT:sta sekä analysoi lukuisia IoT:n erilaisia määritelmiä, päätyen lopulta omaan mahdollisimman kattavaan teknisten elementtien ja niiden toiminnallisuuden avulla kuvattuun määritelmäänsä.

Tässä raportissa esitellyn analyysikehikon käytön tarkoitusperiä palvelee parhaiten IoT:n riisuminen teknologioista ja keskittyminen yksinkertaistukseen, jossa tarkastellaan sitä toiminnallisuutta, mikä saadaan IoT:n avulla aikaan erilaisissa IoT-pohjaisissa ratkaisuissa, joihin ihminen yhtenä keskeisenä osana ja hyötyjänä kuuluu.

Taulukko 1. IoT:n mahdollistamat toiminnallisuudet yksinkertaistettuna

IoT:n mahdollistama toiminnallisuus	Hyödyntämistapa	Esimerkki	Edellytys
Tieto ympäristöstä	M: Tiedon aktiivinen haku ja hyödyntäminen	Matkan suunnittelu reittioppaalla	Käyttöliittymä reittiopastiedon hakuun
	A: Tiedon hyödyntäminen käyttäjän laitteissa ja sovelluksissa ilman käyttäjän toimia	Dynaaminen reititys poikkeustietojen & reaaliaikatiedon perusteella	Sovellus, joka hyödyntää reaaliaikaisesti paikannus- ja reaaliaikaa tietoa
Tieto ihmisestä	M: Tieto liikkujalle itselleen hyödynnettäväksi ja jaettavaksi	Aktiivisuusranneke, josta saatua tietoa käyttäjä voi kontrolloida	Anturipaketti, käyttöliittymä ja mahdollinen yhteyssovellus
	A: Tieto automaattisesti ympäristölle (tuhenkilöt, palvelut, älykäs ympäristö)	Ranneke, joka automaattisesti ilmoittaa omaisille sijainnista, kunnosta ja hätätilanteista	Anturipaketti, käyttöliittymä, tietoliikenne, seurantapalvelu / -sovellus
Ympäristöön vaikuttaminen	M: Liikkujan aktiivisen ympäristön toimintojen ohjaus	Bussin pysäytys pysäkillä olevalta etäpysäytysnapilta	Aktuaattori bussissa, etäpysäytysjärjestelmä, pysäkki- ja bussikäyttöliittymät
	A: Automaattinen ympäristön toimintojen ohjaus	Automaattinen reitityksen mukaisen bussin pysäytys	Aktuaattori bussissa, paikkatietoinen reitiotas, joka yhteydessä etäpysäytysjärjestelmään, bussikäyttöliittymä

Taulukko 1 jakaa IoT:n mahdollistaman toiminnallisuuden kolmeen pääluokkaan:

1. IoT-ympäristön mahdollistama tiedon saanti ympäristöstä antureiden ja älykkäiden laitteiden avulla ihmiselle ja hänen henkilökohtaisille laitteilleen.
2. IoT-ympäristön mahdollistama tiedon tuottaminen ihmiseltä ja hänen laitteiltaan käyttäjälle itselleen ja/tai älykkäälle ympäristölle.
3. IoT-ympäristön ja siihen liittyvien älykkäiden toimilaitteiden (aktuaattoreiden) mahdollistama ympäristöön, sen tilaan ja toimintoihin, vaikuttaminen.

Tämän kolmijaon lisäksi IoT:n mahdollistamia toiminnallisuuksia tarkastellaan tarvittavan ihmisen aktiivisen toiminnan näkökulmasta (ks. Taulukko 1 ja sen 2. sarake):

1. *Manuaalisessa (M)* toiminnassa ihminen aktiivisesti kontrolloi itse toiminnallisuksia toimintatilanteessa, kun taas
2. *Automaattisessa (A)* toiminnassa IoT-toiminnallisuudella varustettu ympäristö (sisältäen ihmisen omat henkilökohtaiset laitteet) toimii automaattisesti ja älykkäästi ihmisen tarpeet huomioiden ilman ihmisen aktiivista käskyttämistä.

IoT:n mahdollistamista järjestelmistä edellä mainittuja toiminnallisuuden muotoja voi löytyä useita samanaikaisesti – ja usein löytyykin. Esimerkiksi käyttäjä voi kotinsa

antureilta ilmoituksen saatuaan käyttää älypuhelintaan etäkontrolloimaan oman kotinsa lukkoa aukaisten sen, tarkastettuaan älypuhelinsovelluksestaan kodin turvamerasta ovella olevan henkilöllisyyden.

3.1.2 Älykkäät ympäristöt ja käyttöliittymät

Esineiden internet teollisuudessa, ns. *teollinen internet*, on perinteisesti painottanut koneiden välistä kommunikaatiota (*machine-to-machine, M2M*) ja järjestelmien automista toimintaa. Juhanko et al. (2015) toteavatkin, että esineiden internet -termi viittaa enemmänkin kuluttajille suunnattuihin tuotteisiin ja tarpeisiin. Vaikka esteettömyyttä palvelevissa IoT-pohjaisissa liikkumisratkaisuissa voi hyvinkin olla autonomisesti toimivia M2M-toimintoja, niin ratkaisujen keskiössä on kuitenkin ihminen, joka on joko suoraan tai välillisesti vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa. Liikku-mispalveluita käyttäville toteutettavat ratkaisut ovat siis lähempänä kuluttajaratkaisuja luonteeltaan.

IoT-pohjaisia esteettömyysratkaisuja suunniteltaessa ja toteutettaessa ei siis voida useinkaan sulkea kokonaan pois ihmisen ja hänen toimintaympäristönsä vuorovaikutusta. Aktiivinen vuorovaikutus ympäristön kanssa tapahtuu käyttöliittymien kautta. Toimintarajoitteisen käyttäjän kanssa käyttöliittymän merkitys korostuu. Esimerkiksi lippuautomaatin käyttö tai navigointi bussiterminaalissa ilman toimintarajoitteet huomioivaa käyttöliittymää ja toimintaympäristöä voivat aiheuttaa ylitsepääsemättömiä haasteita näkövammaiselle, jos suunnittelussa ja toteutuksessa painottuvat ainoastaan visuaaliset elementit. Samalla tavalla tarkkuutta vaativat kosketusnäyttöihin perustuvat käyttöliittymät voivat olla esimerkiksi ikääntyneille haastavia.

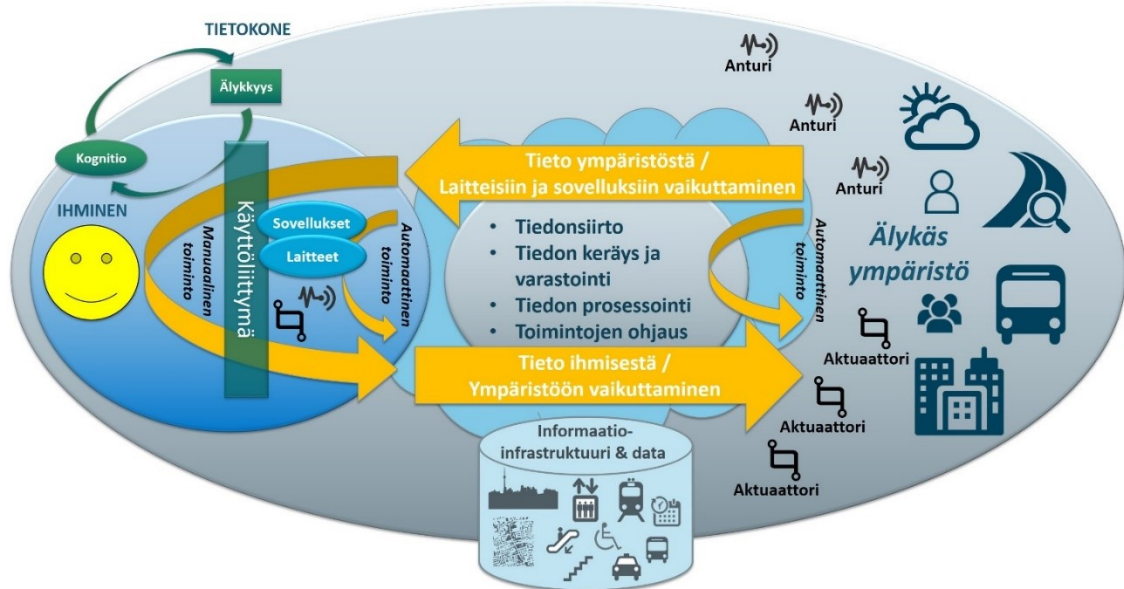
Käyttöliittymiin ja niiden kautta tarjottaviin sisältöihin liittyy merkittävällä tavalla digitaalisten palvelujen saavutettavuus eli se, että niiden käyttö ja ymmärtäminen onnistuvat kaikille ihmisille toimintarajoitteista huolimatta. Esimerkiksi älypuhelinsovelluksia palveluiden keskeiseksi käyttöliittymäkomponentiksi suunniteltaessa on huomioitava, että Suomessa on puoli miljoonaa ikääntynyttä, joilla joko ei ole älypuhelinta tai jota he eivät käytä puheluita monimutkaisempiin asioihin.

Laajennettuna käyttöliittymät koskevat ihmisen koko toimintaympäristöä, ihmisen ja hänen laitteidensa vuorovaikutusta ympäröivän maailman kanssa. Tulevaisuuden älykkäissä ympäristöissä, joissa ympäristö osaa toimia älykkäästi ihmisen kulloisiakin tarpeita täyttäen, nousevat isoon osaan IoT-ympäristön mahdollistamat automaattiset toiminnot, jolloin esimerkiksi käyttäjän tunnistettuaan se osaa vaihtaa käyttöliittymän modaliteettia ts. sen vuorovaikutuskanavan valintaa sopivaksi käyttäjän aisteille (esim. puhekkäyttöliittymä näkövammaiselle). Samalla tavalla julkisten kulkuneuvojen liputusjärjestelmä voitaisiin rakentaa automaattiseksi siten, että käyttäjän ajoneuvoon nousu ja siitä poistuminen tunnistetaan automaattisesti, mikä poistaa parhaimmillaan tarpeen esimerkiksi lippujen ostamiselle, validoinnille ja tarkastamiselle – iso helpotus monelle toimintarajoitteiselle. Paras älykkään IoT-pohjaisen ympäristön mahdollistama ratkaisu voi siis olla käyttöliittymätön.

3.1.3 Älykäs, ihmiskeskeinen IoT-pohjainen ympäristö

Analyysikehikossa IoT-pohjaiset mahdollistavat toiminnallisuudet täydennetään ihmisen esteettömyyttä palvelevaksi yhdistämällä ne eri toimintarajoitteet huomioiviin käyttöliittymiin, saavutettaviin palveluihin ja tuotteisiin sekä älykkääseen vuorovaikutukseen toimintaympäristöissä (Kuva 6).

Älykäs ympäristö jakautuu ihmisen henkilökohtaisiin mukana kulkeviin laitteisiin, apuvälineisiin ja sovelluksiin sekä toimintaympäristön tarjoamiin ratkaisuihin. Tietoliikenneyhteyksin toisiinsa verkotetut ympäristöä aistivat anturit sekä ohjattavat toimilaitteet (aktuaattorit) muodostavat elimellisen osan älykästä IoT-pohjaista ympäristöä. Anturit tuottavat tietoa, jonka pohjalta joko älykkäät laitteet automaattisesti tai ihmiset oman päätöksen teon perusteella itse manuaalisesti voivat suorittaa erilaisia toimintoja. Toimilaitteet ohjattavina ympäristön osina saavat aikaan näitä toimintoja.



Kuva 6. Älykkään, ihmiskeskeisen IoT-ympäristön elementit.

Älykkään IoT-pohjaisen ympäristön osaksi on laskettu myös ihmiset, jotka ovat verkottuneita keskenään sekä ympäröivän esineiden internetin kanssa. Näin ollen ihminen osana IoT-ympäristöä voidaan käsittää erityisen älykkääksi ja monipuoliseksi anturiksi sekä toimivaksi aktuaattoriksi, joka toimii vastaanottamaansa tietoa hyödyntäen. Älykäs IoT-ympäristö sisältää siis myös sosiaalisen ulottuvuuden, jossa esimerkiksi tukihenkilöt voivat olla teknologian avulla tietoisia toimintarajoitteisen ihmisen suoriutumisesta ja tarvittaessa antaa tukea.

Huomattavaa on, että älykkään IoT-pohjaisen ympäristön hyödyntäminen ei onnistu ilman sellaista informaatioinfrastruktuuria ja tietoa ympäristöstä, joka kiinnittää digitaaliset palvelut reaali maailmaan – puhutaan *metatiedosta*. Esimerkiksi antureilta saatava reaaliaikainen tieto hissien toimivuudesta ei ole minkään arvoista esteettömyyden näkökulmasta, jos hissiä ja sen paikkaa fyysisen infrastruktuurin ja matkaketjun osana ei pystytä tunnistamaan. Tarvitaan siis tietojärjestelmiä, jotka tarjoavat ihmisen toimintaympäristöstä tarpeeksi tarkan digitaalisen kuvauksen, johon IoT:n mahdollistamat anturit ja toimilaitteet voidaan liittää. Tällaista tietoa tarjoaa esimerkiksi kansallinen tie- ja katuverkon tietojärjestelmä *Digiroad*, joka tarjoaa liikkumispalveluiden osalta keskeisen liikenneverkon kuvauksen. Samanlaista perustietoa tarjoaa mm. digitaalisessa muodossa (esim. GTFS) tarjottavat reitti- ja aikataulutiedot, joiden avulla voidaan rakentaa esim. digitaalisia reittioppaita. Vasta kun tämä perustieto on saatavilla, voidaan IoT:n tarjoamia mahdollisuuksia kunnolla hyödyntää. Esimerkiksi julkisen liikenteen ajoneuvon reaaliaikainen tieto on hyödyllistä vasta, kun se on yhdistetty reitti- ja aikataulutietoon. Reittitietoa puolestaan ei voida kuvata ilman kuvausta liikenneverkosta.

3.2 Esineiden internet matkan eri vaiheissa

Tarkasteltavien IoT-pohjaisten ratkaisujen potentiaalia voidaan tarkastella tässä raportissa esitellyssä kehikossa kunkin eri matkan vaiheen toiminnon osalta erikseen, mikä helpottaa tarkastelua pilkkomalla laaja kokonaisuus osiin. Potentiaalia voidaan arvioida esimerkiksi olemassa olevia ratkaisuja sekä kerättyjä ideoita analysoimalla.

Tarkastelun piiriin voidaan lisäksi valita erilaisia toimintarajoitteita sillä tarkkuudella kuin niitä halutaan tarkastella sekä arvioida niiden tuomia haasteita kunkin matkan vaiheen toiminnon osalta nykykontekstissa. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi toimintarajoitteisia itseään kuullen, esimerkiksi kyselyin ja haastatteluin.

Taulukkonäkymä (Taulukko 2, Taulukko 3 & Taulukko 4), joka yhdistää nämä seikat, auttaa näkemään missä kullekin toimintarajoiteryhmälle tärkeimmät esteettömyys- ja saavutettavuushaasteet ovat sekä arvioimaan, missä valittu ratkaisutapa (IoT) ja sen keskeiset ominaisuudet ovat potentiaalisimmillaan. Tällainen taulukko on toki väistämättä vain suuntaa antava, kun esimerkiksi toimintarajoitteet on kuvattu laajoina luokkina. Tämä johtuu luonnollisesti siitä, että toimintarajoitteiden asteet ja luonteet voivat vaihdella suuresti tai että jonkin nimetyn toiminnon luonne voi vaihdella esimerkiksi kontekstista riippuen.

Alla esimerkinomaisesti esiteltyt taulukot esittelevät joukkoliikenteellä liikkumisessa merkittävimmiksi tunnistettujen toimintarajoitteiden (näkökyky, fyysinen, kognitiivinen) arvioitua haittaa matkan eri vaiheisiin liittyvissä toiminnoissa ja tehtävissä: vihreä = olematon /vähäinen, keltainen = keski-suuri, punainen = suuri / ylitse-pääsemätön. Lisäksi taulukossa on sarakkeet eri IoT-ympäristön mahdollistamille tietoteknisille toiminnoille, joissa 'X'-merkillä on merkitty ne, joissa ratkaisuideoita ja -esimerkkejä tarkastelemalla on nähty selkeä mahdollisuus esteettömyyden ja saavutettavuuden parantamiseen. Tarkastelussa taulukkomuotoon tiivistetty yhteenveto on syytä dokumentoida kunkin solun osalta kuvauksin ja esimerkein, jotta yhteenvetoon kerätty konkretisoituu tunnistetuiksi haasteiksi ja niihin löydettyiksi ratkaisuisiksi.

Esimerkiksi Taulukko 3 sisältää tehtävän *saapuvan ajoneuvon tunnistus*, joka voi toistua useamman kerran moniosaisessa matkaketjussa. Näkörajoitteellisella (jollainen kuka tahansa voi esimerkiksi huonolla säällä pimeässä olla) ajoneuvon tunnistus voi olla pahimmillaan ylitse-pääsemätön este matkustamisessa (punainen pallo sarakkeessa), kun puolestaan fyysinen rajoite ei välttämättä vaikuta mitenkään ajoneuvon tunnistamiseen (vihreä pallo sarakkeessa). Kognitiivisista rajoitteista voi osa rajoitteista olla ainakin jossain määrin haittaavia esim. havainto- ja tarkkaavaisuustoimintojen ongelmista johtuen (siksi keltainen pallo). IoT:n hyödyllisyys on nähty tärkeänä automaattisen reaaliaikaisen tiedon saamisena lähestyvistä bussista ja sen tunnistuksesta liikkujalle (valinta sarakkeissa *Tieto ympäristöstä*, automaattisesti päivittyvän tiedon osalta). Matkustajalta puolestaan tarvitaan tieto hänen valitsemastaan seurattavasta linjasta ja/tai vuorosta ajoneuvojen seurantaan tekeväälle järjestelmälle. Tämä voi tapahtua käyttäjän aktiivisen vuoron valinnan perusteella (valinta manuaalista toimintoa tarkoittavassa *M*-sarakkeessa) tai automaattisesti älykkäällä reittioppaalla valitun matkasuunnitelman ja saatavissa olevan reaaliaikatiedon avulla (valinta *A*-sarakkeessa).

Edelliseen tehtävään liittyvä ajoneuvon pysäytys puolestaan tuo esille IoT:n mahdollistaman ympäristön kontrolloinnin. Käyttäjä voi suorittaa etäpysäytyksen odottamalleen ajoneuvoille esimerkiksi manuaalisesti älypuhelinsovelluksen toimintoa käyttäen

tai pysäkillä olevaa nappia painaen mikä on merkitty valintana (M-sarakkeessa) taulukossa IoT-toiminnallisuuteen *Ympäristöön vaikuttaminen*. Pysäyttäminen voi tapahtua myös automaattisesti älykästä järjestelmää hyödyntäen, kun tiedetään mihin henkilö on matkalla (valinta A-sarakkeessa).

Taulukko 2. Toimet ennen joukkoliikennematkaa, toimintarajoitteiden haitta-arviot toimissa sekä IoT:n mahdollisuudet esteettömyyden parantamisessa (M=manuaalisesti, A=automaattisesti).

ENNEN MATKAA	Toimintarajoitteiden haitta			Tieto ympäristöstä		Tieto ihmisestä		Ympäristöön vaikuttaminen	
				M	A	M	A	M	A
Tiedon hakeminen matkavaihtoehtoista	●	●●	●	X	X	X	X		
Esteettömyystiedon hakeminen	●	●	●	X	X	X	X		
Vaihtoehtojen vertailu ja sopivimman valinta	●	●●	●	X	X		X		
Matkan / paikan varaaminen	●	●●	●	X	X	X	X	X	
Matkalipun osto etukäteen	●	●●	●	X	X	X	X	X	
Avustuksen varaaminen	●	●●	●	X	X	X	X	X	
Muut erityistarpeet (esim. allergiahytti, tila opaskoiralle)	●	●●	●	X	X		X		
Matkasuunnitelman tallennus	●	●●	●				X		
Lähtöajan ja mahdollisten viivästysten tarkistus	●	●●	●	X	X				
Olosuhteiden tarkistus	●	●●	●	X	X				
Henkilökohtaiset valmistelut	●	●	●	X	X	X	X	X	X

Taulukko 3. Toimet joukkoliikennematkalla, toimintarajoitteiden haitta-arviot toimissa sekä IoT:n mahdollisuudet esteettömyyden parantamisessa. Tähdellä merkityt toimet sekä matkan alussa että matkaketjun kuuluvissa vaihdoissa (M=manuaalisesti, A=automaattisesti).

MATKAN AIKANA	Toimintarajoitteen haitta	Tieto ympäristöstä		Tieto ihmisestä		Ympäristöön vaikuttaminen					
					M	A	M	A	M	A	
Matkan vaiheeseen liittyvä toimi / suoritus											
Fyysiset siirtymiset pysäkillä / pysäkiltä*									X	X	
Orientoituminen ja suunnistus matkalla pysäkillä*				X	X	X	X				
Ajankulun seuranta matkalla pysäkillä*				X	X	X	X				
Oikean lähtöpaikan tarkistus pysäkillä / asemalla*				X	X	X	X				
Lipun osto pysäkillä / asemalla*				X	X	X	X				
Ajoneuvon odotus ja ajan seuranta pysäkillä*				X	X						
Saapuvan ajoneuvon tunnistus*					X	X	X				
Saapuvan ajoneuvon pysäytys*								X	X		
Ajoneuvoon nousu						X	X	X	X	X	
Lipun osto / validointi / näyttäminen ajoneuvossa					X	X	X				
(Istuin)paikan haku ajoneuvossa				X	X						
Matkan seuranta ajoneuvossa					X						
Poistumispaikan tunnistaminen ajoneuvossa					X	X	X				
Ajoneuvosta poistuminen						X	X	X	X	X	

Taulukko 4. Toimet joukkoliikennematkan jälkeen, toimintarajoitteiden haitta-arviot toimissa sekä IoT:n mahdollisuudet esteettömyyden parantamisessa (M=manuaalisesti, A=automaattisesti).

MATKAN JÄLKEEN	Toimintarajoitteiden haitta			Tieto ympäristöstä		Tieto ihmisestä		Ympäristöön vaikuttaminen	
				M	A	M	A	M	A
Matkan vaiheeseen liittyvä toimi / suoritus									
Matkan päättämiseen liittyvät toimet	●	●	●			X	X		
Matkan rasituksista toipuminen	●	●	●			X	X		
Orientoituminen toimintaan kohteessa	●	●	●	X	X				
Matkakulujen tarkistus	●	●	●	X	X				
Tositteiden tallennus	●	●	●			X	X		
Yhteenveto matkan sujumisesta	●	●	●	X	X	X			
Palautteen anto palvelujen tarjoajille ja muille taholle	●	●	●	X	X	X	X		

Edellä esitelty taulukkotarkastelu auttaa näkemään, että tietyt toimet yksittäisen matkan tai monimutkaisemman matkaketjun toteuttamisessa voivat olla erityisen vaikeita jollekin toimintarajoiteryhmälle. Kriittisessä kohdassa yksikin taulukkoon punaisella jonkin toimintarajoitteen kohdalle merkitty toimi voi estää kokonaan ko. kohderyhmän liikkujien matkan tekemisen. Samoin matkaketjussa yksikin heikko lenkki esteettömyyden osalta voi estää koko matkan, vaikka suurin osa matkaketjun osista olisikin kunnossa.

Esimerkiksi Taulukko 2 sisältää erillisenä kohtana tehtävän *esteettömyystiedon haku*, joka sisältää isolle osalle vakavammin toimintarajoitteisia merkittäviä haasteita. Se voisi sisältyä toimeen *tiedon hakeminen matkavaihtoehtoista*, mutta haastatteluissa ja kyselyvastauksissa usein esille tullut esteettömyystiedon vajavaisuus tai kokonaan puuttuminen puolsi tämän nostamisen erilliseen tarkasteluun. Esteettömyystiedon vajavaisuus tai puuttuminen esimerkiksi reittioppaan antamissa matkasuunnitelma-vaihtoehtoisissa voi nimittäin estää matkan suunnittelun toimintarajoitteiselle kokonaan, vaikka esimerkiksi reittiopas tuottaisikin muuten seikkaperäistä reititystietoa. Tämän vuoksi kyseinen kohta on merkitty kaikille toimintarajoiteryhmille joko punaiseksi tai keltaiseksi. Tässä kattava staattinen kulkureitteihin ja ajoneuvoihin liittyvä esteettömyystieto ja siihen liittyvä informaatioinfrastruktuuri on kaiken pohja (ks. Luku 3.1.3.). IoT-ratkaisujen tuoma reaaliaikainen tila- ja tilannetieto tarvitaan täydentämään tätä staattista tietoa, sillä esimerkiksi tieto esteettömyyttä edistävästä hissiratkaisusta voi olla turha, ellei peräti vahingollinen, jos hissi on epäkunnossa ja tätä tilatietoa ei ole saatavilla.

Edellä mainitun kaltaisella taulukkoratkaisulla voidaan kerätä yhteenveto myös tunnistetuista poikkeustilanteista, joita voivat olla liikkujalla esimerkiksi:

- ajoneuvon myöhästyminen jatkoyhteydestä
- liikkujan eksyminen suunnitellulta reitiltä
- poikkeukselliset sääolosuhteet
- poikkeusreitit, peruutukset, vikatilanteet liikkumispalveluissa
- älypuhelimien akkuvirran loppuminen (esim. tilanteessa, jossa jokin toimi vaatisi älypuhelinta)

Koska poikkeustilanteet voivat esiintyä missä tahansa matkan vaiheessa on syytä tarkastella niiden aiheuttamia haasteita eri konteksteissa ja toiminnoissa. Esimerkiksi ennen matkalle lähtöä peruttu vuoro (jos siitä saa tiedon) on huomattavasti vähemmän hankala tilanne kuin jatkoyhteyttä odottaessa realisoituva tilanne, jossa jatkoyhteyttä ei olekaan.

Esimerkkejä esineiden internetiin pohjautuvista ratkaisuista

Itsenäistä liikkumista ja joukkoliikenteen käyttöä tukevia IoT-palveluja ja -prototyyppejä löytyy Suomesta ja maailmalta. Suurta osaa niistä toimintarajoitteiset voivat hyödyntää joko sellaisenaan tai lisäominaisuuksien myötä. Toimintarajoitteisten kannalta parasta olisi, jos heidän tarvitsemansa toiminnallisuudet otettaisiin huomioon jo suunnitteluvaiheessa - tällöin myös kokonaiskustannukset niiden huomioimisesta jäisivät minimiin. Etenkään useasta osasta koostuvien matkaketjujen digitaalisten palvelujen osalta ei kuitenkaan ole olemassa yhtenäisiä standardeja tai suosituksia, ja yleensä palvelut ja/tai niihin liittyvät laitteet onkin kehitetty koko matkaketjua huomioimatta.

Seuraavassa on esitelty muutamia itsenäiseen liikkumiseen ja joukkoliikenteen käyttöön liittyviä olemassa olevien palveluiden esimerkkejä sekä esimerkkejä tulevaisuuden ratkaisujen prototyypeistä:

1. Reittioppaat

Ehkä yleisimpiä itsenäiseen liikkumiseen ja julkiseen liikenteeseen liittyviä sovelluksia ovat reittioppaat, joiden varhaiset versiot perustuivat aikatauluihin ja keskiarvoaikoihin, mutta nykyään yhä enenevässä määrin kulkuvälineistä saatavaan reaaliaikaiseen tietoon (sis. myös myöhästymiset, peruutukset yms.). Sen lisäksi, että reaaliaikaisesta reittioppaasta välittyy tietoa reittioppaan käyttäjälle, kanavaa olisi mahdollista käyttää myös toiseen suuntaan, esimerkiksi välittää tietoa pysäkillä/asemalla olevasta toimimisesteisestä henkilöstä siihen kulkuväliin, jolla hän reittioppaan mukaan on menossa. Reittioppaissa alkaa jo yleensä olla jossain muodossa valikoituja esteettömyystietoja, muttei välttämättä koko matkaketjun osien osalta, ja tiedot eivät aina ole ajan tasalla. Reittioppaat enenevässä määrin mahdollistavat esteettömyystiedon tarjoamisen ja reitin haun sen perusteella koko matkaketjun osalta, ja ovelta ovelle, mikäli vain tarvittava data olisi saatavilla ja reaaliaikaista.

2. Accessible Olli



Kuva 7. Automaattiajoneuvo Accessible Olli ja sen toimintoja. (Local Motors)

Ehkä laajimmin IoT- ja muiden teknologioiden mahdollisuuksia hyödyntävä *Accessible Olli* (Kuva 7) on Local Motorsin kehittämä IBM:n johtaman yhteistyöverkoston luoma autonominen 8 henkilön pieni sähköbussi. Se on ”viimeisen mailin ratkaisu”, joka kuljettaa matkustajia pääasiallisten kulkuvälineiden pysäkeille. Siinä on esteettömyysominaisuuksia mm. fyysisiin, näköön, kognitiiviseen ja kuuloon liittyvien toimintarajoitteiden voittamiseksi. Sen anturit tunnistavat toimintarajoitteiset henkilöt, ja tämän tiedon perusteella se voi tarjota palveluja, kuten esimerkiksi avata pyörätuoliluiska tai muistuttaa huonomuistista esimerkiksi jäämään bussista oikealla pysäkillä. Olli tunnistaa viittomakieltä ja voi jopa antaa palautetta viittomakielellä hologrammiratkaisun avulla. Älypuhelinsovellus sisältää äänivihjeitä ja erilaisia tuntoaistiin perustuvia antureita näkövammaisille, jotka voivat myös puhua sille suoraan, mm. kertoa mihin osoitteeseen haluavat mennä. Kuulovammaisia varten siinä on tekstipohjainen kysymys-vastaus-ominaisuus. Sitä voi käyttää valtaosa toimintarajoitteisten ryhmistä.

3. Älykäs tunnistus pysäkillä

Romaniassa kehitettiin Bluetooth-pohjainen ratkaisu, jossa busseihin on asennettu Bluetooth-majakat ja näkövammaisille on kehitetty älypuhelinsovellus, jossa käyttäjä voi valita bussin ja saada ilmoituksen silloin kun bussi on lähellä. Tieto liikkuu myös toiseen suuntaan, eli bussin kuljettaja saa ilmoituksen, että näkövammaisen odottaa bussia. Ruotsissa on kehitetty vastaavan kaltainen RFID-ratkaisu lähinnä lasten koulutien turvallisuuden parantamiseen. Matkustajalla on RFID-tunniste, jonka bussipysäkillä oleva RFID-lukija tunnistaa, ja voi sen perusteella esimerkiksi sytyttää pysäkillä (vilkkuvan) led-valon.

4. Ikääntyvien ovelta-ovelle opastuspalvelun prototyyppi

VTT kehitti eurooppalaisessa *Assistant*-hankkeessa (Heinonen 2017, s. 76-81) kännykässä toimivan opastuspalvelun, joka ohjaa oikeaan osoitteeseen silloinkin, kun seniori on eksyksissä oudossa kaupungissa eikä löydä perille. Eurooppalaishankkeen tuloksena syntynyt palvelu auttaa ikäihmisiä matkustamaan julkisilla kulkuneuvoilla ja avustaa heitä koko reitin ajan. Järjestelmä luo sopivan matkasuunnitelman julkisen liikenteen aikataulujen perusteella, ja se lähetetään puhelimeen. Mobiilisovellus hälyttää matkan alkaessa ja aloittaa opastuksen kotoa pysäkille, pysäkiltä oikeaan kulkuneuvon sekä neuvoo jäämään pois oikealla päätepysäkillä ja opastaa lopuksi käyttäjän perille kohteeseen. Sovellus pysyy myös auttamaan käyttäjiään ongelmatilanteissa ja opastamaan oikealle reitille. Vaikeammissa ongelmatilanteissa, kuten verkkoyhteyden katketessa tai puhelimen akun loppuessa, taustajärjestelmä voi hälyttää yhteyshenkilön apuun. Sovelluksessa on myös tuki puheopastukselle.

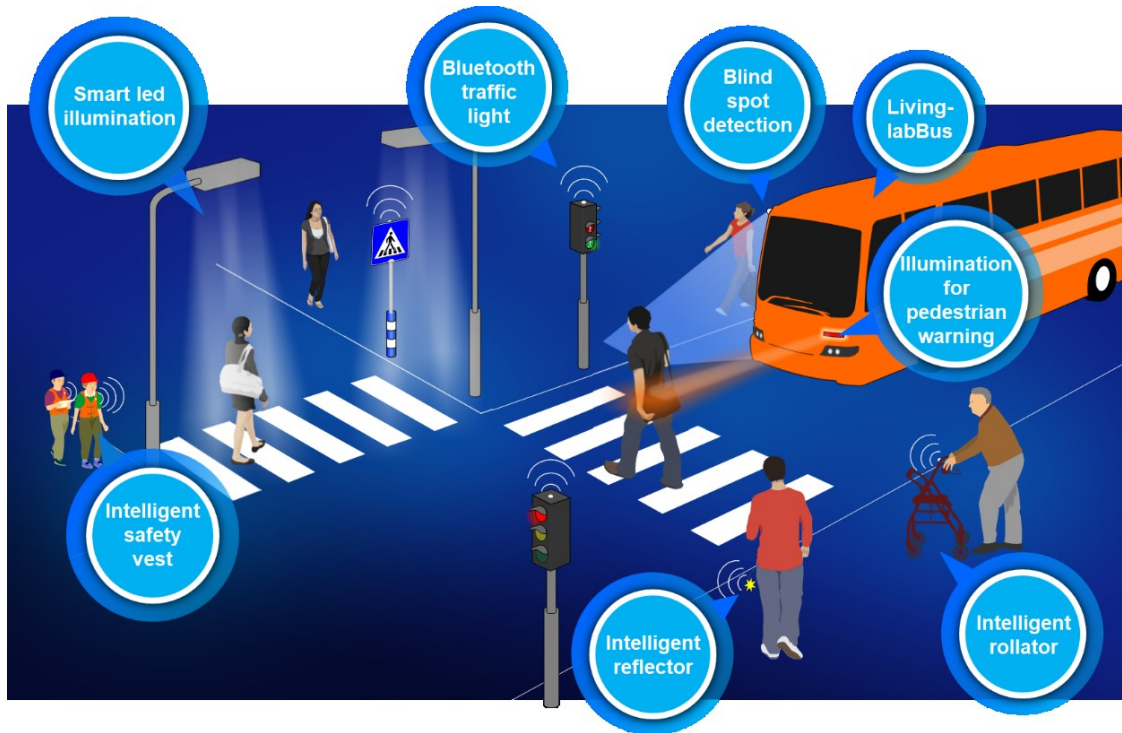
5. Älyrollaattori-prototyyppi

Älyrollaattoriin (Kuusisto ym. 2017, s. 82-87) liitetyt anturit mahdollistavat sovelluskehityksen kautta tietojen välittämisen käyttäjälle ja käyttäjästä. Reittioppaaseen liitettynä se voi edellä esitetyn opastuspalvelun prototyypin lailla välittää pysäytystiedon oikealle bussille, ja vaikkapa hidastuttaa bussin ovien sulkeamista, sekä neuvoa jäämään pois oikealla pysäkillä.

6. Älyheijastin-prototyyppi

Tässä tapauksessa heijastimesta tehtiin älykäs lisäämällä siihen antureita ja led-valot (VTT 2016). Tulevaisuuden älyliikenteessä heijastin voisi myös kommunikoida suoraan eri kulkuvälineiden kanssa - ja esimerkiksi reittioppaaseen yhdistettynä esimerkiksi ilmoittaa saapuvasta bussista ja toisaalta välittää tietoa pysäkillä odottavasta matkustajasta ja hänen ominaisuuksistaan, sekä vaikkapa toimia matkakorttina. Se voidaan myös esimerkiksi pimeässä ja huonolla säällä saada vilkkumaan pelkän heijastusominaisuuden lisäksi.

Edellä mainitut esimerkit toimintarajoitteisten liikkumista edistävissä ratkaisuissa hyödyntävät IoT-teknologioita ja pyrkivät yhdistämään ne älykkääseen ympäristöön (Kuva 8). Aina ei tarvita laajaa joukkoa verkottuneita laitteita, vaan paikallinen älykäs tietotekninen ratkaisu ja rajallisesta ympäristöstä esimerkiksi anturein tai videokuvan tulkinnan perusteella muodostettu lähtötieto voivat luoda esteettömyysratkaisun perustan. Useat nykyiset IoT:ta hyödyntävät ratkaisut toimintarajoitteisille liittyvät interaktioon lähiympäristön kanssa (ks. esimerkiksi: G3ict 2015, Shahrestani 2017).



Kuva 8. Älykkään IoT-ympäristön mahdollistamia ratkaisuja liikkujille. (VTT)

Laajempia ratkaisuja vaaditaan kuitenkin esimerkiksi reaaliaikaista esteettömyystietoa tarjoavaa reittiopasta varten. Kaiken kattava ratkaisu vaatisi liikkumisympäristöstä riittävän tarkan digitaalisen kopion (*digital twin*), jossa kaikki liikkumisen kanalta relevantit elementit ja niiden reaaliaikainen tilatieto (esteettömyysratkaisut mukaan lukien) olisi kuvattu.

4 Yhteenveto ja suositukset

Tässä raportissa esitelty kehikko ja sen soveltaminen IoT-pohjaisten ratkaisujen potentiaalin hyödyntämiseen esteettömyysratkaisuissa joukkoliikenteellä liikkumisen kontekstissa on suunnittelun apuväline. Se ohjaa siis vaatimusmääritteliä ja suunnittelijoita huomioimaan ja analysoimaan ne keskeiset elementit, joiden tarkastelua vaaditaan esteettömiä palveluita suunniteltaessa:

- toiminta, johon liittyviä toimia tarkastellaan ja jota varten ratkaisuja luodaan,
- kohderyhmä ja sen toimintakyky ja –rajoitteet tarkasteltavassa toiminnassa, sekä
- konteksti, jonka kanssa vuorovaikutuksessa toimintaa suoritetaan.

Tässä raportissa rajattiin toiminta (aktiviteetti) päivittäiseen joukkoliikenteellä matkustamiseen ja kohderyhmä ihmisiin, joilla on joku liikkumisen kannalta oleellinen toimintarajoite. Konteksti rajautuu toiminnan mukaan niihin ympäristöihin, jotka ovelta-ovelle-matkaketjut ja niihin liittyvien toimien toimintaympäristöt määrittelevät.

Luotu kehikko mallintaa esteettömyysratkaisut erilaisten kontekstiin liittyvien esteettömyyttä edistävien tekijöiden kautta. Tässä raportissa tarkastelu rajattiin IoT-pohjaisiin ratkaisuihin, joissa toimintarajoitteisille sopivat käyttöliittymät ja älykkäät ympäristöt katsottiin oleelliseksi osaksi ratkaisuja. Teknologiariippumatonta tarkastelua varten IoT:ta katsottiin sen mahdollistaman toiminnallisuuden kautta ja tätä varten luotiin tähän liittyvä yksinkertaistettu malli, jonka avulla IoT-ratkaisuja voidaan jäsentää.

Tämän raportin hyödyntäjinä voivat toimia vaatimusmäärittelijöiden ja suunnittelijoiden lisäksi myös ne teknologiaratkaisuja tuottavat yritykset ja asiantuntijat, jotka miettivät uusia sovelluskohteita omille jo olemassa oleville ratkaisuilleen tai ratkaisuaihioilleen. Raporttia voivat hyödyntää myös päätöksentekijät ja rahoittajat jäsentäessään sitä toimintakenttää, missä esteettömiä ratkaisuja halutaan edistää.

Raportissa esiteltyä kehikkoa hyödynnettäessä on suositeltavaa kiinnittää huomioita mm. seuraaviin asioihin:

- Toimintarajoite syntyy ihmisen toimintakyvyn rajoitteiden ja toimintaympäristön tarjoamien rajoittavien tekijöiden summana. Esteetön toimintaympäristö mahdollistaa kaikenlaisten ihmisten toiminnan, jolloin ratkaisuja mietittäessä Design for all –periaate on suositeltava aina kun se on mahdollista.
- Toimintarajoitteisia on vaikea jakaa mihinkään selkeisiin ryhmiin, sillä jokainen ihminen on yksilö, joka muodostuu isosta joukosta ominaisuuksia, joista osa on toimintarajoitteita jossain kontekstissa. On parempi ihmisten ryhmiin jakamisen sijaan keskittyä itse rajoitteisiin ja ratkaisuihin, jotka mahdollistavat toiminnan ko. rajoitteen kanssa.
- Omaehtoiseen liikkumiseen liittyy parhaimmillaan suuri määrä yksittäisiä toimintoja, joista vain yksi vähäpätöiseltäkin tuntuva voi muodostaa toimintarajoitteisella merkittävän rajoitteen liikkumiselle. Suunnittelussa pitää huomioida, että esteetön ja saavutettava toiminta onnistuu kaikkien toiminnon vaatimien tehtävien osalta. Esimerkiksi matkaketjun esteettömyys tulee

taata kaikkien sen osien osalta, jotta koko matka onnistuisi. Kehikon ohjaamana loppukäyttäjien kanssa yhteissuunnittelu on merkittävä apu löytämään kaikki haasteiden lähteet.

- Liikkumiseen liittyvien tehtävien suorittaminen tai matkan hallittu keskeyttäminen tulee mahdollistaa analysoimalla normaalien toimintoon liittyvien tehtävien lisäksi poikkeustilanteet ja miettimällä niihin liittyvät mahdolliset ratkaisut. Monesti liikkuminen jää toimintarajoitteiselta toteutumatta siksi, että hänellä ei ole varmuutta selviytymisestä, jos jotain menee pieleen.
- Esiteltyä analyysikehikkoa tulee soveltaa tapauskohtaisesti ja käyttää siinä esiteltyjä elementtejä ja painotuksia esimerkkeinä. Kehikkoa voi ja tulee tarkentaa, kun toimintoa, kontekstia ja kohderyhmää tarkennetaan.

5 Lähdeluettelo

G3ict (2015). *Internet of Things: New Promises for Persons with Disabilities*. A G3ict Business Case White Paper Series Researched in Cooperation with AT&T. Global Initiative for Inclusive Information and Communications Technologies (G3ict). July 2015. <https://g3ict.org/publication/download-file?id=H8V@uy2CiZzi3jhTqGuxwePCglQh5n@qKzGBfakLJEg=>.

ISO/IEC (2014). *Guide 71 - Guide for addressing accessibility in standards*. Second edition 2014-12-01. ISO/IEC GUIDE 71:2014(E). <https://www.iec.ch/webstore/free-pubs/isoiecguide71%7Bed2.0%7Den.pdf>.

Heinonen, S. (2017). *Ikääntyvien opastuspalvelu kännykkään ohjaa perille askel askeleelta - Mobile phone navigation service gets you there step by step*. Teoksessa Leikas, J. (toim.). *Ikääntyminen ja teknologia - Ageing and technology*. VTT Research Highlights 14. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/researchhighlights/2017/R14.pdf>.

Juhanko, Jari (toim.), Jurvansuu, Marko (toim.), Ahlqvist, Toni, Ailisto, Heikki, Alahuhta, Petteri, Collin, Jari, Halen, Marco, Heikkilä, Tapio, Kortelainen, Helena, Mäntylä, Martti, Seppälä, Timo, Sallinen, Mikko, Simons, Magnus ja Tuominen, Anu (5.1.2015). "Suomalainen teollinen internet – haasteesta mahdollisuudeksi: taustoitava kooste". ETLA Raportit No 42. <http://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-42.pdf>.

Kuusisto, O., Lindholm, M. & Korkalainen, M. (2017). *Älyä rollaattoriin senioreiden itsenäistä asumista tukemaan - Retrofitted intelligence: Smart Rollator supports independent living of seniors*. Teoksessa Leikas, J. (toim.). *Ikääntyminen ja teknologia - Ageing and technology*. VTT Research Highlights 14. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/researchhighlights/2017/R14.pdf>.

Liikennevirasto (2018). *Henkilöliikennetutkimus 2016*. Liikennevirasto, Liikenne ja maankäyttö. Helsinki 2018. Liikenneviraston tilastoja 1/2018, 113 sivua ja 3 liitettä. ISSN-L 1798-811x (pdf), ISSN 1798-8128 (pdf), ISBN 978-952-317-513-6 (pdf). https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti_2018-01_henkiloliikennetutkimus_2016_web.pdf.

Minerva, R., Biru, A., & Rotondi, D. (2015). *Towards a definition of the Internet of Things (IoT)*. IEEE Internet Initiative, Torino, Italy. https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet_of_Things_Revision1_27MAY15.pdf.

Shahrestani, S. (2017). *Internet of Things and Smart Environments - Assistive Technologies for Disability, Dementia, and Aging*. Springer.

Somerpalo, S. (2015). Liikennejärjestelmän esteettömyys. Yhteenveto säädöspohjasta, suunnitteluohjeista ja keskeisistä kehittämishaasteista. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 16/2015. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78294/Julkaisu_16-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Somerpalo, S., Tamminen, T. & Alinikula, P. (2017). *Liikenteen digitaalisten palveluiden esteettömyyden edistäminen*. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 2/2017. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79200/LVM_02_2017_Liikenteen_digipalvelujen_esteettomyys.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

STAKES (2004). *Toimintakyvyn, toimintarajoitteiden ja terveyden kansainvälinen luokitus*. Ohjeita ja luokituksia 2004:4. World Health Organization & STAKES.
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42407/9513311597_fin.pdf.

Vesänen-Nikitin, I. & Åkermarck, M. (2017). *Liikenteen ja viestinnän digitaaliset palvelut esteettömiksi: Toimenpideohjelma 2017–2021*. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 8/2017. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79917/LVM_08_17_Liikenteen_ja_viestinnan_digitaaliset.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VTT (2016). *VTT tuo heijastimeen sensorit ja ledit*. Uutiset, 28.1.2016.
<https://www.vtt.fi/medialle/uutiset/vtt-tuo-heijastimeen-sensorit-ja-ledit>. (Haettu 30.9.2019)