

Kaupungin liikkumisdatan hyödyntäminen palveluina kaupunkilaiselle

Katri Schulze

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2023

Dataosaamisen ja tekoälyn ylempi tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Dataosaamisen ja tekoälyn ylempi tutkinto-ohjelma

SCHULZE KATRI:

Kaupungin liikkumisdatan hyödyntäminen palveluina kaupunkilaiselle

Opinnäytetyö 45 sivua.
Toukokuu 2023

Tässä opinnäytetyössä selvitetään mahdollisuuksia, miten datavarantoja hyödyntämällä voidaan kehittää kaupungin palveluita liikkumisen teemaan liittyen. Liikkumisen aihepiiriin liittyy myös mm. turvallisuuden, energiaratkaisuiden ja kestäväen kehityksen yhtymäkohtia. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda suunnitelma, miten näitä mahdollisuuksia voidaan hyödyntää Tampereen kaupungilla uuden kehitysohjelman puitteissa ja miten datan avulla voidaan ohjata kaupungin toimintaa ja päätöksiä. Parhaimmillaan dataa yhdistelemällä saadaan tehostettua turvallisuutta, toimintaa ja viihtyvyyttä. Tekoälyä voidaan käyttää datan tehostamisena ja sen ominaisuuksia voidaan hyödyntää ennusteisiin, joiden avulla tehostaminen on mahdollista, niin turvallisuudessa, viihtyvyydessä ja toimintojen sujuvuudessa. Dataa kannatta myös tuottaa visualisoituun muotoon niin kaavioiksi tai virtuaalimallinnuksiksi, jotka helpottavat datan ymmärrettävyyttä ja parantaa uusien asioiden vastaanottokykyä.

Erilaiset datalähteet mahdollistavat yrityksille uusien ratkaisujen kehittämisen ja testaamisen helposti yhteistyössä kaupungin kanssa. Kaupungit voivat kehittää uusia palveluita ja kerätä dataa päätöksenteon tueksi. Datan laatu ja saatavuus on olennaista käytettävyyden ja luotettavuuden kannalta. Tässä opinnäytetyössä käydään läpi erilaisia datalähteitä ja niiden yhdistämisen mahdollisuuksia. Tutkitaan esimerkkien avulla, millaisia tuloksia datan hyödyntämisellä saavutetaan ja miten sen avulla voidaan parantaa kaupunkilaisten arkea ja elämää kaupungissa. Tutkitaan myös datan saatavuuteen ja käytettävyyteen liittyviä haasteita.

Tiedolla johtamisen kyvykkyyksien kehittymistä vaaditaan kaupungeilta nyt ja tulevaisuudessa. Datan ja tekoälyn käyttämiseen sekä hyödyntämiseen tarvitaan uudenlaista ymmärrystä kaupunkien organisaatioissa. Datavarantojen hallintaan ja hyödyntämiseen tarvitaan myös kaupungin sisäistä yhteistyötä ja erityisesti tarvelähtöistä ajattelua valtavien datamäärien hyödyntämisessä. Datan avulla halutaan saavuttaa konkreettisesti näkyviä tuloksia kaupunkilaisille erilaisten palveluiden muodossa. Viestinnän avulla voidaan edesauttaa uusien palveluiden käyttöönottoa ja tehdä datan mahdollisuudet visuaalisesti jokaisen kaupunkilaisen ymmärtämään muotoon.

Asiasanat: data, liikkuminen, tiedolla johtaminen, kaupunkikehitys

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Master's Degree Programme in Data Expertise and
Artificial Intelligence

SCHULZE KATRI:

Utilization of city's mobility data as services for city residents

Thesis 45 pages.

May 2023

This thesis explores the possibilities of developing the city's services related to the theme of mobility by utilizing the resources of the city. The topic of mobility also includes confluence with security, energy solutions and sustainable development for example. The purpose of this thesis is to create a plan how these opportunities can be utilized by the City of Tampere within the framework of the new development program and how data can be used to guide the city's operations and decisions. At its best, combining data can enhance safety, activities and comfort in cities. Artificial intelligence can be used to enhance data and its capabilities. It can be utilized for forecasts that make it possible to improve efficiency, both in safety, comfort and smoothness of operations. It is also a good idea to produce data in a visualized form, such as diagrams or virtual models, which make the data easier to understand and improve the absorption capacity of new things.

Different data sources enable companies to easily develop and test new solutions in cooperation with the city. Cities can develop new services and collect data to support decision-making. The quality and availability of data is essential for usability and reliability. In this thesis, we will go through different data sources and the possibilities of combining them. By examples research what kind of results the utilization of data achieves and how it can be used to improve the everyday life and lives of citizens. The challenges related to the availability and usability of data will also be studied.

The development of information management capabilities is required of cities now and in the future. The use and utilization of data and artificial intelligence requires a new kind of understanding in the city organizations. The management and utilization of data resources also requires cooperation within the city and in particular, need-based thinking in utilizing huge amounts of data. With the help of data, the aim is to achieve concretely visible results for city residents in the form of various services. Communication can be used to promote the introduction of new services and to make the possibilities of data visually understandable to every citizen.

Keywords: data, mobility, information management, urban development

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	Tutkimusmenetelmät.....	8
3	DATA JA SEN MAHDOLLISUUDET KAUPUNGEILLE	9
	3.1 Avoimet datat	9
	3.2 Staattiset datat	13
	3.3 Liikkuvasta lähteestä olevat datat	14
	3.4 Datojen yhdistämisen mahdollisuudet.....	16
	3.4.1 Digitaaliset kaksoset.....	19
	3.4.2 Hyödyntämismahdollisuudet kaupungilla.....	21
	3.4.3 Tiedon käyttö	26
4	TIEDOLLA JOHTAMINEN KAUPUNGISSA	29
	4.1 Yleistä tiedolla johtamisesta	29
	4.2 Tiedolla johtamisen tulevaisuus	31
	4.3 Tiedolla johtaminen Tampereen kaupungilla.....	33
	4.3.1 Outi Valkama, Ohjelmapäällikkö, Älykaupunki kaupunkilaisille kehitysohjelma, Tampereen kaupunki, haastattelu 30.8.2022	33
	4.3.2 Kristian Valkama, Digitaalisen Transformaation kehitysjohtaja, Business Tampere, haastattelu 1.9.2022 ...	34
	4.3.3 Tiina Leinonen, ohjelmapäällikkö, Hiilineutraaleja tekoja, Tampereen kaupunki, haastattelu 5.9.2022	35
5	LOPPUPÄÄTELMÄT	36
	5.1 Suunnitelma	37
	LÄHTEET	40

1 JOHDANTO

Tampereen kaupungilla on alkanut keväällä 2022 Älykaupunki kaupunkilaisille - kehitysohjelma vuosille 2022- 2025. Älykaupunki kaupunkilaisille - kehitysohjelma on Tampereen älykaupunkikehityksen seuraava askel, jossa tavoitteena on kehittyä kansainväliseksi edelläkävijäksi, joka käyttää dataa ja tekoälyä ihmisten ja yritysten parhaaksi. Tampere haluaa säästää aikaa, vaivaa, parantaa palveluitamme ja luoda uutta.

Liikenteessä olevien ajoneuvojen seuranta on eräs keino kerätä tietoa liikenteen sujuvuudesta tai ruuhkautumisesta. Tämän datan yhdistäminen olemassa olevaan dataan voi edesauttaa uusien kaupungin palveluita tukevien ratkaisujen syntymistä. Liikkumisen uudet älykkäät ratkaisut ovat Tampereen kaupungilla uudessa pormestariohjelmassa tärkeässä roolissa. Tulevaisuudessa toiveena on hyödyntää tekoälyä ja dataa kaupunkilaisten hyväksi tavoilla, joita emme ole ehkä vielä keksineetkään. Monipuolisen osaamisen ja ennakkoluulottomuuden tuloksena halutaan sekä kaupunkilaisten arkea parantavia ratkaisuja, että uutta liiketoimintaa ja osaamista Tampereen seudulle. Niiden merkitys on suuri paitsi paikallisesti, myös kansallisesti ja kansainvälisesti.

Tässä opinnäytetyössä rajataan aihealuetta liikkumisen teeman ympärille, jolla on kuitenkin yhtenevyyttä mm. turvallisuuden, energiaratkaisuiden ja kestäväen kehityksen teemojen ympärille. Tutustumalla Tampereen kaupungilla saatavilla olevaan liikkumisen dataan, olemassa olevia datalähteitä analysoimalla ja uusien liikenteessä olevien ajoneuvojen keräämän datan yhdistämisen mahdollisuuksien tunnistamisella, voidaan miettiä, miten näitä datavarantoja hyödyntämällä voidaan kehittää kaupungin palveluita. Opinnäytetyön tarkoitus on luoda suunnitelma, miten näitä mahdollisuuksia voidaan hyödyntää Tampereen kaupungilla uuden kehitysohjelman puitteissa ja miten datan avulla voidaan ohjata kaupungin toimintaa ja päätöksiä.

Tampereen pormestariohjelmassa vuosille 2021-2025 halutaan vahvistaa tiedolla johtamista, tuottavuutta ja digitalisaation hyödyntämistä. (Ihmisten Tampere, mahdollisuuksien kaupunki -pormestariohjelma 2021-2025)

Älykaupunki kaupunkilaisille - kehitysohjelmassa keskitytään hyödyntämään dataa ja tekoälyä aiempaa tehokkaammin kaupungin, kaupunkilaisten ja yritysten hyväksi. Kehitysohjelman visio on Ihmisten Tampere - Älykkäämpi Tampere, millä halutaan korostaa ihmislähtöisyyden merkitystä älykaupunkikehityksessä. Teknologiaa oikein hyödyntämällä voidaan tuoda uusia välineitä arjen ja työn tueksi, saada luotettavampaa ja ajantasaisempaa tietoa päätösten tekoon sekä lisätä yhdenvertaisuuden toteutumista. (Tampereen kaupunginhallituksen ote pöytäkirjasta 28.3.2022)

Tampereen kaupungille on tehty Kestävän kaupunkiliikkumisen suunnitelma, SUMP (Sustainable Urban Mobility Plan), jossa nostetaan esiin tärkeimpiä toimia, miten kaupunkiliikkumista tulisi kehittää asetettujen kestävyystavoitteiden saavuttamiseksi. Tampereen kaupunkistrategiassa kestävän kaupunkiliikkumisen edistäminen on yksi kaupungin tavoitteita tuleville vuosille. Kestävän kaupunkiliikkumisen suunnitelman keskeinen tavoite on kestävän kaupunkiliikkumisen periaatteiden sitouttaminen vahvemmin liikkumista koskevaan suunnitteluun ja päätöksentekoon, (SUMP, 2021). Näiden tavoitteiden saavuttamisessa keskeiseen rooliin nousee data. Suunnittelua ja tavoitteiden seuranta voidaan tehdä, kun käytettävissä on laadukasta dataa. Tulevien ratkaisujen päätöksiä on helpompi perustella, kun ne pohjautuvat todettuun tietoon. Toisaalta tavoitteiden seuranta on myös helpompi esittää, kun ne pohjautuvat tietoon. Jotta uusia ratkaisuja voidaan suunnitella ja kehittää, tarvitaan dataa. Tampereen Kestävän kaupunkiliikkumisen suunnitelmassa on nostettu esiin, että kaupunki haluaa edistää avoimen datan hyödyntämistä uusien innovaatioiden kehittämisen tueksi ja mahdollistamaan uusien liiketoimintamahdollisuuksien syntymistä. Mahdollisilla uusilla ratkaisuilla voidaan vastata tulevaan liikkumisen murrokseen, väestön kasvuun ja tiivistyvän kaupunkirakenteen muutokseen. (SUMP, 2021)

Työ- ja elinkeinoministeriön selvityksessä, Kilpailuetua alustoista, Horisontissa digitaalisen alusta- ja datatalouden vahvistuva symbioosi, (Viitanen, Eskola 2022) myös vahvistaa ja tukee Tampereen suunnitelmia ja tavoitteita sekä korostaa dataan pohjautuvaa päätöksentekoa.

Euroopan komissio julkaisi helmikuussa 2020 Euroopan datastrategian. Strategialla halutaan luoda EU:sta roolimalli siinä, miten data antaa yhteiskunnille valmiudet parempaan päätöksentekoon niin julkisella kuin yksityiselläkin sektorilla. Samalla on tarkoitus luoda eurooppalaiselle yhteiskunnille ja yrityksille uutta kilpailukykyä ja kasvavia liiketoimintamahdollisuuksia. Strategialla halutaan löytää myös

tasapaino tiedon liikkuvuuden ja tiukkojen yksityisyyden suojaajien, tietoturvan ja turvallisuutta koskevien vaatimusten ja eettisten normien välillä. Lähtökohtana on datan saatavuuden, yhteensopivuuden ja käytön edistäminen kunnioittaen samalla yksilöiden oikeuksia ja yksityisyyttä. Edistys tällä alueella on välttämätöntä, koska datatalous ja luottamus siihen muodostavat perustan digitaalisten palvelujen ja liiketoiminnan kehittämiselle sekä uusien teknologioiden, kuten tekoälyn, hyödyntämiselle. (Viitanen, Eskola 2022)

Suuntaa datalähtöiselle päätöksenteolle ja datan avulla kehitettävälle palvelulle antaa myös Euroopan komission laatima digikompassi, jossa Euroopan unionin digitaalistrategian tavoitteena on digitalisaation avulla luoda parempia palveluita ihmisille ja yrityksille sekä mahdollistaa Euroopan ilmasto- ja ilmastoneutraaliustavoitteiden saavuttamisen vuoteen 2050 mennessä. (Valtioneuvoston tiedote, 2021)

Pirkanmaalle laaditaan samanaikaisesti myös omaa digitaalista kompassia, jonka laatimista koordinoi Pirkanmaan liitto ja Tampere on vahvasti suunnittelutyössä mukana. Pirkanmaan oman kompassin avulla halutaan auttaa paikallisia toimijoita löytämään strategiset keinot digitaaliseen siirtymään ja vahvistaa yhteistyötä alueella ja EU:ssa. ”Tukeudumme digitaalisen kompassin aluekohtaisessa määrittelyssä laajaan vuorovaikutukseen alueellisten toimijoiden ja kansalaisyhteiskunnan kanssa, (Pirkanmaan liitto, 2022).” kerrotaan Pirkanmaan liiton verkkosivustolla.

Ekosysteemin kehittäminen on useiden lähteiden mukaan ainoa tapa toimia tällä hetkellä, jotta voidaan löytää ratkaisuja haastaviin ja kompleksisiin datan käyttöön liittyviin haasteisiin ja mahdollistaa uusien innovatiivisten ratkaisujen syntyminen. Kaupunkien, yritysten ja oppilaitosten välisen yhteistyön merkitys on vain kasvanut viime vuosina ja kehitystyötä tarvitaan edelleen. Kaupunki voi yrityskumppanien avulla löytää keinot laadukkaiden datalähteiden ja uusien kaupunkilaisia palvelevien ratkaisujen syntymiseen. Ekosysteemin kehittäminen ja toiminnan aktiivinen ylläpitäminen ovat tärkeässä roolissa tässä. Tampereen seudulla toimii liikkumisen ratkaisuja edistävä ekosysteemi, ITS Factory, jonka tavoitteena on tuottaa yrityslähtöisiä ratkaisuja, jotka mahdollistavat sujuvan, kestävän ja turvallisen vuorovaikutuksen, (ITS Factory, 2022a). Tämä paikallinen ekosysteemi tekee vahvaa yhteistyötä kansallisen ITS Finland yhteistyöfoorumien kanssa. Tämä kansallinen yhdistys toimii valtion, kaupunkien, tutkimus- ja oppilaitosten sekä yritysmaailman edustajien kanssa yhteistyössä edistääkseen liikennealan digitalisaatiota. (ITS Finland, 2022)

2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmänä tässä opinnäytetyössä on selvitys, jossa perehdytään aihepiiriin erilaisten aineistojen avulla. Datalähteisiin tutustuminen on tärkeä ja olennainen osa työtä, josta saa käsityksen millaisia datalähteitä on tarjolla Tampereella ja maailmalla. Erilaisia datalähteitä tutkimalla voidaan saada laajempi käsitys erilaisista dataportaaleista kaupunkiliikkuamiseen liittyen kuten Tampereen kaupungin avoin data ja ITS Factory avoin data sivustot. Opinnäytetyössä tutkitaan myös uudenlaisia mahdollisuuksia kerätä ja jakaa dataa kuten ajoneuvojen keräämä data ja tutkia teknisten ratkaisujen tämänhetkisiä mahdollisuuksia. Opinnäytetyössä tutkitaan myös Tampereella ja maailmalla toteutettuja erilaisia pilotteja ja kokeiluita, joista on saatu hyödyllisiä oppeja liikumisdatan hyödyntämiseen ja millaista palvelua niiden avulla voidaan luoda kaupunkilaisille. Tutkimuskohteena on myös digikaksoset Tampereella ja maailmalla sekä tutkitaan mitä mahdollisuuksia tulevaisuus tuo mm. metaversumien kautta.

Aineistoihin perehdytään artikkelien kautta, koska uusin tieto on verkkoartikkeleissa, niin median kuin valmistajien esittelemänä, sillä tekninen kehitys on viime aikoina ollut erittäin nopeatempoista. Tutkimusaineistoina käytetään myös kirjallisuutta, josta saa taustaa ja tutkimustuloksia aihepiiristä. Aiheeseen liittyviä opinnäytetöitä ja väitöskirjoja tutkitaan myös, joista saa myös taustaa ja tutkimusta aiheesta. Kirjallisuus sekä opinnäytetyöt ja väitöskirjat antavat taustoittavia perusteita enimmäkseen, koska nopeasta kehityksestä johtuen niistä on vaikea löytää uutuusarvoa aihepiiriin. Uusin tieto on saatavilla valmistajien sivustoilla tai alan sivustoilla sekä webinaareissa, seminaareissa ja konferensseissa. Niistä voi tutkia viimeisintä julkista tietoa ja keskusteluja aiheista. Tutkimuksessa pyritään hahmottamaan opinnäytetyön rajauksen mukaisesti olennainen tieto, sillä aihepiiri laajenee helposti.

Lisäksi opinnäytetyötä varten haastatellaan muutamia keskeisiä henkilöitä aihepiiriin parissa työskenteleviltä henkilöiltä Tampereen kaupungilta ja Business Tampereelta, jotta voidaan tarkastella liikkuamisen datan hyödyntämisen nykytilaa Tampereen kaupungilla syyskuussa 2022.

3 DATA JA SEN MAHDOLLISUUDET KAUPUNGEILLE

3.1 Avoimet datat

Avoimet datalähteet mahdollistavat yrityksille uusien ratkaisujen kehittämisen ja testaamisen helposti. Kaupungin kanssa yhteistyössä voidaan kehittää uusia palveluita ja kerätä dataa päätöksenteon tueksi. Datan laatu ja saatavuus on olennaista käytettävyyden ja luotettavuuden kannalta. Datan määrä on myös tärkeää, jotta saadaan riittävää tietopohjaa, mutta määrääkin olennaisempaa on kerätä dataa siihen tarpeeseen, johon halutaan vastauksia. Kaupungin olisi tärkeää aloittaa datan kerääminen miettimällä tarve tai kysymys, johon vastauksia halutaan. Artikkelissa *Big Data: The Engine to Future Cities*, (Pettit, Leao, Lock, Ng, & Reades, 2022) esittävät kuvan 1. mukaisen kaavion, jossa tuodaan esiin järjestys, jonka mukaan kaupungeissa olisi hyvä edetä. Olennaista on lähteä määrittelytyöstä mihin tutkimus- tai käyttötarpeeseen dataa tarvitaan (Data research/policy question). Sen jälkeen löytää data eli miettiä mistä sopivaa dataa voidaan kerätä ja tarvitaanko yksi vai useampi datalähde (Data discovery). Datan käytettävyys ei myöskään aina ole itsestäänselvyys julkisessa kaupunkiympäristössä. Tämä tulee huomioida datan hankinnassa (Data acquisition). Työläin vaihe on datan käsittely (Data preparation), johon artikkelin (Pettit ym., 2022) mukaan kuuluu tyypillisesti datatutkijalla 80% työajasta ennen kuin siitä voidaan luoda analyyseja Forbesin tekemän tutkimuksen mukaan. Vasta tämän vaiheen jälkeen voidaan data analysoida (Data analysis) ja luoda arvoa datalle, joka kertoo löydöksiä tai vastauksia tutkimus- tai käyttötarpeelle. Kun tulokset visualisoidaan kaavioiksi tai muuten paremmin havainnollistettavaan muotoon esim. visuaalinen havaintokooste (dashboard) (Data visualisation), on sen jälkeen asiaa käsittelevien päättäjien helpompi muodostaa mielipide tai todeta konkreettiset havainnot datan pohjalta (Policy/ Planning support).

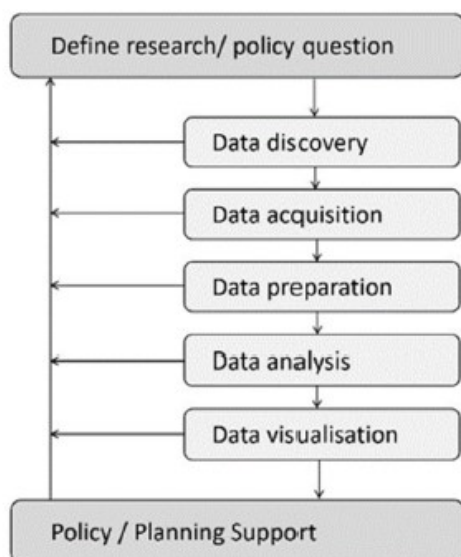


Figure 1. Urban analytical workflow, Reprinted with permission from [62]. 2017, Elsevier.

KUVA 1. Järjestys, jonka mukaan kaupungeissa olisi hyvä edetä datan hyödyntämisessä päätöksenteon tukena. (Pettit, Leao, Lock, Ng, & Reades, 2022)

Tampereella avointa dataa on suhteellisen hyvin saatavilla Tampereen kaupungin dataportaalissa (Tampereen kaupungin dataportaali. 2022a.). ITS Factory on koonnut liikkumiseen liittyviä tietolähteitä alan kehittäjille teemoittain mm. julkisen liikunnan rajapintoja, liikennevirtojen datarajapintoja, kehitettyjä aplikaatioita, karttadatalähteitä, avoimen lähdepinnan sovelluksia, muita liikennedatalähteitä ja hyödyllisiä linkkejä. (ITS Factory. 2022b.) Näiden sivustojen haasteena on tietojen ajantasaisuuden ylläpito. Haasteena on joidenkin rajapintojen taustalla tehdyt muutokset ja osassa projektiluonteisuus, jolloin rajapintalinkki saattaa olla rikki ja tietoa ei enää löydy. Tutkiessa datalähteitä voi havaita joitakin ongelmia näiden suhteen. Syvälistä jokaisen datalinkin takaa löytyvän tiedon analysointia oli mahdoton suorittaa tämän opinnäytetyön yhteydessä. Tulevaa kehitystä suunniteltaessa olisikin hyvä määritellä avointen datalähteiden päivitykseen resursseja ja omistaja, joka ylläpitää tietolähteitä ja huolehtii, että laadukasta dataa on saatavilla. Projektien yhteydessä tehtävissä datalähteiden avaamisissa olisi hyvä huomioida miten dataa voidaan hyödyntää jatkossa ja kuka vastaa sen ylläpidosta ja toiminnasta projektin päätyttyä.

Samoja haasteita on monilla kaupungeilla Suomessa ja kansainvälisesti. Lontoossa on panostettu avointen datalähteiden saatavuuteen aiempien vuosien

haasteiden jälkeen, kertoo Theo Blackwell, Lontoon Chief Digital Officer, Cities Today:n artikkelissa.

”Osana siirtymistä passiivisesta aktiiviseen Data for London sisältää tiedonhallintaresursseja, kuten malleja datanjakosopimuksille. Se jakaa myös tulkintaa ja analysointia, malleja ja uudelleenkäytettävää koodia, jotta tiedot olisivat mahdollisimman hyödyllisiä useammille virkamiehille, tutkijoille, yrityksille ja kansalaisille. Uusi Data for Londonin hallintolautakunta antaa ohjeita siitä, että data on mahdollisimman hyödyllistä ja että tietojen jakaminen on laillista, eettistä ja turvallista. Avoimen datan alkuaikoina ei ollut juurikaan tietoa siitä, keitä käyttäjät olivat. Lontoon tiedot antavat omistajille enemmän hallintaa.” (Wray, S., 2022)

Datalähteiden laadun varmistus liikkumisen osalta on haastava kompleksinen rakenne, joten tietojen päivitettävyyden haastelle on looginen selitys. Ei ole yksinkertaista mallia, jolla kaupunki voisi huolehtia kaikista datalähteistä. Tämän huomioiminen riittävillä resursseilla on tärkeää datapohjaisten palveluiden kehityksessä. Monet kaupungit ovat tunnistaneet haasteen datan käytössä ja sen hallinnalle tarvitaan nyt uudenlaista ajattelua ja taitoa monessa kaupunkiorganisaatiossa. Liikkumisen datalähteissä voidaan usein myös törmätä ongelmaan, jossa ei olla vain yhden kaupungin alueella. Ylialueellista kehitystyötä tarvitaan siksi liikkumisen datan käytön parissa, jotta palvelut olisivat esimerkiksi kuljetus ja logistiikka alan hyödynnettävissä.

”Liikenteenhallinta on vielä nykyisin hyvin pitkälti reaktiivista ongelmiin reagointia, koska reaaliaikaista koko liikenneverkoston tilannekuvaa ei vielä pystytä muodostamaan. Esimerkiksi tieliikenteenhallinta Suomessa perustuu pääsääntöisesti pistemäiseen ja lähinnä vain pääväyliltä kerättyyn dataan. Liikenteenhallinnan tavoitteiden eli sujuvuuden, turvallisuuden, taloudellisuuden ja kestävyuden näkökulmasta meillä on tässä vielä paljon kehitettävää.” (Peltoniemi J., 2021) kertoo tutkimusta diplomityönä tehnyt Solitan Juho Peltoniemi.

Kaupungit tarvitsevat uudenlaista osaamista tai yrityskumppanuuksia, datalähteiden hallintaan. ITS Finlandin verkkosivustolla avataan älyliikenne kokonaisuutta seuraavasti.

”Nykyaikainen liikennejärjestelmä rakentuu perinteisestä liikenneinfrastruktuurista, tieto- ja energiaverkoista, älyliikenteen teknologioista ja palveluista, moninaisista tietovarannoista ja -palveluista sekä varsinaisista liikkumis- ja kuljetuspalveluista. Älykkäästä liikennejärjestelmästä voidaan puhua, kun järjestelmän kaikki osat voidaan kytkeä käyttäjälähtöisten palvelujen toteuttamiseen reaaliaikaisen ja paikkasidonnaisen digitaalisen tiedon ja luotettavan tiedonsiirron avulla”. (ITS Finland, 2022)

Avointa dataa hyödyntämällä on Tampereella tehty useita erilaisia kokeiluja päättyneen Smart Tampere kehitysohjelman puitteissa. Kokeiluista yritykset ovat saaneet myytäviä tuotteita tai palveluita sekä oppeja omaan tuotekehitykseen.

Smart Tampere oli Tampereen kaupungin strateginen kehitysohjelma vuosille 2017–2021. Ohjelman tavoitteena oli rakentaa kestävä ja älykästä Tampereen seutua, jossa asuminen, eläminen ja liikkuminen ovat hiilineutraalia ja jossa palvelut toimivat digitaalisesti, sujuvasti ja käyttäjälähtöisesti. (Smart Tampere, 2022)

Esimerkkeinä onnistuneista kokeiluista on mm. Hämeenkadun ja ratikan tulevaisuutta esittelevä AR-sovellus, jolla kaupunkilaiset pystyivät etukäteen näkemään miltä uusi ratikka tulee näyttämään ja miten kaupungin pääkatu muuttuu sen myötä. Sillä voitiin lievittää mm. pelkoja ja ennakkoluuloja uutta liikkumismuotoa kohtaan. (Maijala, 2020.) Toinen kaupungissa liikkumista helpottava ja opastamiseen liittyvä kokeilu, joka otettiin kaupungille pysyvään käyttöön, oli digitaaliset infonäytöt. ”Tampereen infonäytöt tarjoavat reittiopastusta niin kävelijöille, pyöräilijöille kuin bussilla liikkujille. Näytöiltä saa myös monipuolista tietoa kaupungin tapahtumista, nähtävyyksistä ja palveluista sekä ajankohtaista tilannekuvaa liikenteestä.” (Nyholm, 2019) Tampere.Finland-sovellus on myös hyvä esimerkki kokeilusta lähteneestä ratkaisusta, joka on Tampereella otettu käyttöön palvelemaan kaupunkilaisia. Sovellus on hyvä esimerkki ratkaisusta, jota on voitu jatkokehittää palautteen ja uusien tarpeiden mukaan myöhemmin vastaamaan entistä paremmin kaupunkilaisten palvelutarpeeseen. Se yhdistää monipuolisesti liikkumisen palveluita, niin työmatkaan, vapaa-aikaan kuin hiilijalanjäljen seurantaan. Sovellusta voi käyttää kaupunkilainen tai matkailija ja sieltä jokainen voi löytää itselleen hyödyllisimmät palvelut. Tampere.Finland sovelluksesta löytyy mm. reittiopastus, joukkoliikenteen reitit ja aikataulut, parkkihallien vapaat pysäköintipaikat, sähköinen kirjastokortti, kulttuuriraitteja ja Tampereen tapahtumakalenteri sekä Tampere Tunnetuksi Passi. (Stenroos, 2020)

3.2 Staattiset datat

Staattisesta datasta puhutaan, kun tieto ei muutu jatkuvasti. Esimerkiksi kartat ja tie- sekä liikenneverkot ovat liikkumisen tietolähteistä staattisia ja niihin tulee harvemmin muutoksia. Historia dataa voidaan myös pitää staattisena esimerkiksi eri tilastojen suhteen, kuten sään tai käyttömäärien dataa. Tampereella löytyy lisäksi myös esimerkiksi bussipysäkkien, valaisinpylväiden tai liikennevalojen sijainti datalähteitä, jotka eivät reaaliaikaisesti muutu. Lisäksi Tampereella on 3D kaupunkimalli, jota voidaan hyödyntää mm. visualisoinnissa. ”Mallin ensimmäinen versio on rajattu tulevan ratikan reitille eli sisältää Hervannan, TAYS:n sekä keskustan alueen. Mallissa on mukana ratikan lisäksi myös muita suunnitteilla tai tekeillä olevia hankkeita. Mallia jatkokehitetään ja laajennetaan tulevaisuudessa.” (Tampereen dataportaali, 2022b)

Staattisena datalähteenä voi pitää myös esimerkiksi kiinteää kameraa kaupungissa, joka kuitenkin kerää reaaliaikaista dataa, jota syntyy liikkuvista lähteistä kuten autot, bussit, henkilöt. Staattisen datan ja staattisen datalähteen ero on siis datan laadussa. Staattinen data on kiinteää olemassa olevaa tietoa, joka ei muutu ja staattinen datalähde on kiinteä tiedonkeruuväline, joka kerää reaaliaikaista tietoa, joka päivittyy määritellyin syklein. Myös erilaiset sensorit ja anturit ovat kiinteitä datalähteitä, jotka mittaavat reaaliaikaista dataa, kuten esimerkiksi säätilaa, ilmankosteutta, hiilidioksidia, varattu/vapaa tilatietoa esimerkiksi parkkipaikoissa yms. Kiinteällä kameralla kerätystä reaaliaikaisesta datankeruusta esimerkkinä Tampereella toteutettu kokeilu. CityIoT2 hankkeessa toteutetussa pilotissa hyödynnettiin tekoälyä ja konenäköä, jolla voitiin kerätä tietoa suurempien julkisten ulkotilojen käytöstä. Pilotissa alueiksi valittiin Sorsapuiston luistinrata sekä Sorsapuiston ja Pikkukakkosen leikkipuistot. Niiden osalta kaupunki ja muut yhteistyötahot halusivat tietoa käytöstä ja käyttöasteesta, joiden avulla voisi ymmärtää paremmin esimerkiksi huolto- ja kunnossapito- yms. tarvetta. Kattavan tiedon kerääminen tällisissä paikoissa on ollut haastavaa tai jopa mahdotonta, kerrotaan Business Tampereen verkkosivustolla hankkeen artikkelissa (Business Tampere. 2022)

Tampereella Hiedanrannan alueella on kokeiltu kiinteänä datankeruupisteenä uudenlaista valaisinpylvästä. Älypylväs toimii erilaisten laitteiden ja anturien alustana sekä tuo palveluita kaupunkilaisten ja yritysten saataville. Hiedanrannan pylvääseen on integroitu mobiiliverkon tukiaseman lisäksi ohjattavat LED-valot, valvontakamera, USB-latauspiste ja levähdyspenkki. Laitteita voidaan lisätä ja vaihtaa tarvittaessa. Lisääntyvät digitaaliset palvelut ja uudet teknologiat tarvitsevat toimiakseen tietoliikenteen infrastruktuurin, jossa suuria määriä dataa siirretään langattomasti ja luotettavasti reaaliajassa. Älypylväällä tähän tarvittava teknologia sulautetaan mahdollisimman huomaamattomasti kaupunkikuvaan. (Hiedanranta, 2022)

3.3 Liikkuvasta lähteestä olevat datat

Kun datan keräyspiste myös muuttuu, voidaan puhua liikkuvasta lähteestä olevasta datasta. Liikkuvia datalähteitä voi olla esimerkiksi dronet, autot, julkiset kulkuneuvot ja muut mobiililaitteet, jotka on varustettu erilaisilla datan keruuvälineillä, kuten kamerat, sensorit, anturit, langaton mobiiliyhteys, mikrosiru yms. Liikkuvista datalähteistä kerättävän datan saatavuus on monesti haastavampaa kuin kiinteiden datalähteiden. Sellaista dataa keräävät tällä hetkellä usein yritykset, joten datan käytettävyys ei ole aina varmaa. Karttasovellustoimittajat kuten Google tai puhelinoperaattoritoimittajat sekä ajoneuvojen valmistajat ymmärtävät datan arvon ja ovat tehneet siitä maksullista, jolloin sen saatavuus ja käytettävyys voi olla mahdotonta tai vaikeaa. Operaattorilta saatava data voi olla olemassa, mutta sen tuottaminen kaupunkia hyödyttävään muotoon voi vaatia myös operaattorin päässä esikäsittelyä tai sovelluskehitystä, joka muodostaa kustannuksia sen toimittamiseksi. Esimerkiksi mobiilidatan käytössä tulee helposti vastaan myös GDPR:n alaiset huomioitavat seikat.

Liikkuvasta lähteestä kerätyn datan yhdistämisellä voidaan kuitenkin tulevaisuudessa ratkaista monia haasteita. ITS Finlandin verkkosivustolla Telia Finlandin Business Development Manager Suvi Valkaman artikkelissa asiasta on todettu näin.

Tieto todellisesta liikkumisesta mahdollistaa ihmisten käyttäytymisen syvemmän ymmärryksen. Lähes reaaliaikaiset tietolähteet muuttavat pelikenttää ja mahdollistavat askeleiden ottamisen kohti kestäväää

liikkumista. Siirtyä kestäväan liikenteeseen helpottuu, kun päätöksenteon tukena hyödynnetään tietoa todellisesta liikkumisesta. Tällaisten tietolähteiden avulla voidaan ymmärtää ihmisten käyttäytymistä aiempaa tarkemmalla tasolla, eri vuorokaudenaikoina ja jatkuvana tietovirtana ja tunnistaa ne muutokset liikkumisessa ja liikennejärjestelmässä, joiden päästövähennyspotentiaali on merkittävien. Uudenlaiset tietolähteet, kuten mobiiliverkkodata, tuovat uuden ulottuvuuden päästöjen seurantaan ja vähennystoimenpiteiden suunnitteluun. (Valkama, 2022)

Tampereella on testattu myös mobiililaitteiden avulla kerättävää dataa kaupunkilaisten hiilijalanjäljen seurannassa. Tampereen kaupungin STARDUST-hankkeen projektikoordinaattori Anna Vilhulan artikkelissa kerrotaan, että kaupunki haluaa kokeilla miten asukkaiden liikkumistapoihin voisi vaikuttaa uudella tavalla. ”Liikkumisen hiilijalanjälkilaskuri seuraa käyttäjän matkoja ja tunnistaa kulkumuodon automaattisesti. Laskurista näkee kuljettujen kilometrien perusteella yleisimmän kulkuneuvon sekä oman liikkumisen hiilijalanjäljen.” Tavoitteena on antaa käyttäjälle tietoa miten oma liikkuminen vaikuttaa hiilijalanjälkeen. Kaupunkilaiselle annetaan myös mahdollisuus nähdä miten valinnat vaikuttavat suhteessa kaupungin ilmastotavoitteeseen ja kannustetaan kaupunkilaista muuttamaan liikkumistapojaan kestävämpään muotoon. Toisena tavoitteena on kerätä dataa kaupunkilaisten liikkumistavoista, joka on tärkeää tietoa kaupunkikehittäjille.

”Haasteena on saada kaupunkilaiset aktiivisesti käyttämään sovellusta ja sitä on pyritty aktivoimaan eri tavoin.” ”Kun liikkumisen hiilijalanjälkilaskuri saadaan riittävän moneen luuriin, kaupunki pystyy kehittämään parempia palveluja. Datasta voisi esimerkiksi tunnistaa paikkoja, joissa pyöräilyn keskinopeus sakkaa tai joissa voisi olla tarvetta paremmille joukkoliikenneyhteyksille. Sekin voi auttaa siivittämään ilmastoystävällistä liikkumista entistä suositummaksi, kun ongelmakohtiin on helpompi tarttua ja korjata niitä.” (Vilhula, 2021)

Liikkuvasta autosta kerättävän datan kehittyminen viime vuosina on ollut merkittävää. Liikenteessä olevien ajoneuvojen seuranta (FCD, Floating Car Data tai FVD, Floating Vehicle Data) on eräs keino kerätä tietoa mm. liikenteen sujuvuudesta tai ruuhkautumisesta. Tämän datan yhdistäminen olemassa olevaan dataa voi edesauttaa uusien kaupungin palveluita tukevien ratkaisujen syntymistä. TomTom:n Jerome Brouwer kertoi heidän uusista ominaisuuksista Simetra konferenssissa, että yli 600 miljoonaa laitetta kerää heille sekunnin välein dataa ympäri maailmaa GDPR-säännökset huomioiden. Tämä datamäärä on valtava, joka

mahdollistaa mm. karttadatan, liikennevirtojen ja ruuhkien seurannan, sekä maailman laajuisen liikennetiheyden seurannan. Heidän kumppaneina on useita ajoneuvojen valmistajia, jonka avulla saadaan koko ajan tarkempaa karttatietoa mm. automaattisesti liikkuvia ajoneuvoja varten. (Konferenssitallenne SIMETRA, 2022)

Professori Amnon Shashua, Mobileyen toimitusjohtaja, antoi katsauksen yrityksen viimeisimpään kehitykseen automatisoiduissa ajotekniikoissa CES 2021 konferenssissa. Hän korosti karttadatan laatua ja automaattiajoneuvojen tietotarvetta realistisille ajonopeuksille ja riittävän, mutta ei liian laajan ympäristötiedon mallintamista, jossa HD-karttojen tilalle tulisi saada hyödyllisemmät AV-kartat. Heidän kamerateknologiaansa on kehitetty muun muassa Intelin ja Moovit:n kanssa, jotta eri kameratekniikoita yhdistämällä saataisiin havainnoitua paremmin esimerkiksi moottoripyöräilijä ruuhkassa tai esimerkiksi ihmisen havainnoiminen auton takaa ja lisäksi niiden liikkumissuunta tai huomata maassa oleva este esim. rengas maassa. ((Konferenssitallenne CES, 2021)

Ruotsissa on testattu Volvon kanssa autoista saatavaa tietoa teiden kunnosta ja olosuhteista, joista visualisoidaan tiedot kartoille ja diagrammeihin ” Kaikki Ruotsin Volvo-autot, joissa on Slippery Road Alert -liukumisen estotekniikka, ovat mukana tiedonkeruussa” kerrotaan Afry:n tiedotteessa verkkosivustolla (Afry, 2018)

3.4 Datojen yhdistämisen mahdollisuudet

Datalähteitä yhdistämällä voidaan tehdä monipuolisia ennusteita, mallinnuksia ja simulaatioita, joilla voidaan arvioida tuloksia erilaisilla vaihtoehdoilla. Dataan pohjautuvien vaihtoehtojen avulla on helpompi miettiä tai perustella päätöksiä, joita kaupungin asettamiin tarpeisiin tai kysymyksiin halutaan pohtia. Ratkaisun tuottamia hyötyjä ja kustannuksia pitää tarkastella laajasti. Hyödyt voivat olla myös laadullisia, esimerkiksi turvallisuuteen tai viihtyvyyteen liittyviä.

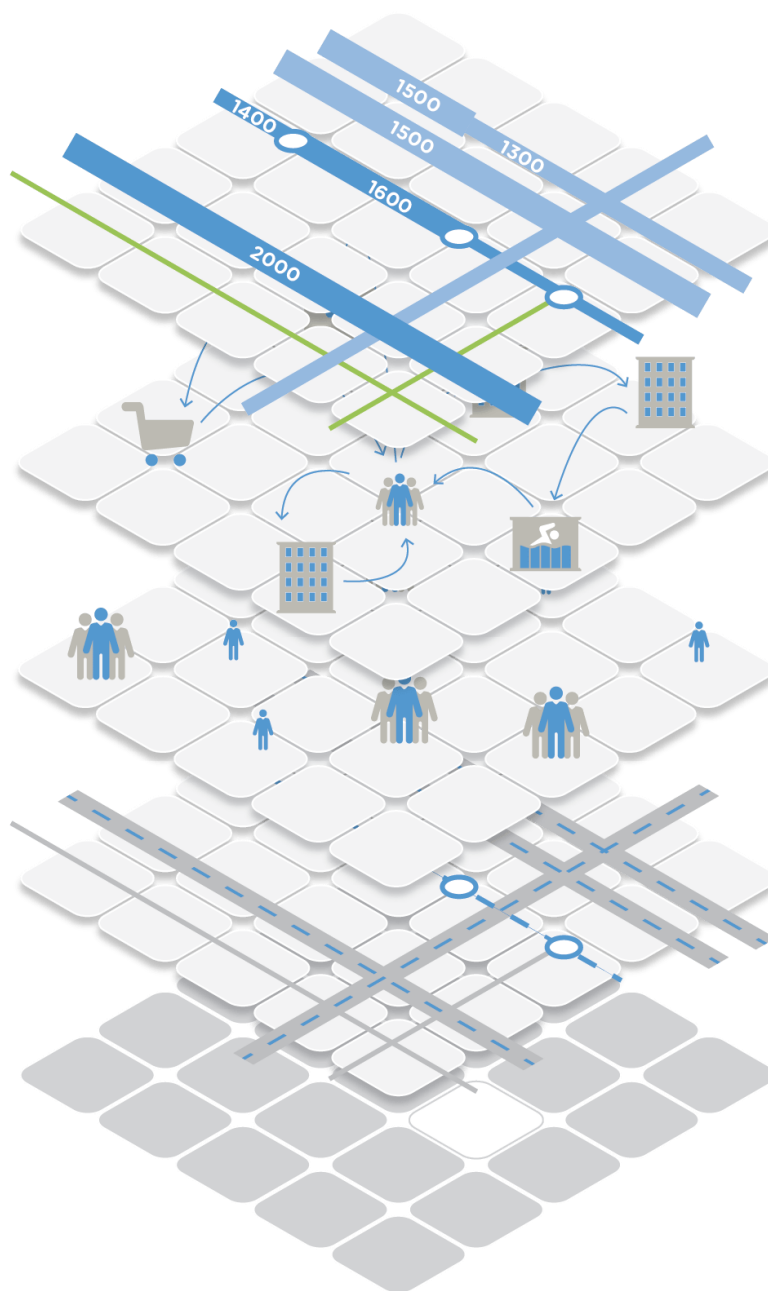
Tampereen kaupunki on hankkinut IoT alustan, jonka avulla datan käyttöä halutaan ohjata ja visualisoida sekä hallita. Dataa voidaan kerätä erilaisten teknisten

laitteiden, kuten sensoreiden avulla tai erilaisista tietolähteistä alustalle, joista dataa siirtyy automaattisesti etäyhteyksien avulla ohjaus- ja seurantalaitteille. Tulevaisuudessa kaupunki toivoo löytävänsä uuseita eri käyttötapoja IoT-alustalle. Alustan avulla voidaan myös jakaa avointa dataa kehittäjille. (Tampereen kaupungin verkkosivusto, 2021)

Tämä IoT-alusta kerää tietoa ja muodostaa tilannekuvaa kaupungin toiminnoista. Sen avulla erilaisia datanlähteitä voidaan yhdistellä ja dataa voidaan saada visuaaliseen muotoon. Sen avulla voidaan mahdollistaa myös toiminnan automatisointia. Esimerkiksi kunnosapidon toimia voisi tulevaisuudessa kohdentaa ja ennakoida nykyistä paremmin. Tilannekuvaratkaisut, joita alustalle toteutetaan, toimivat kaupungin toiminnan ohjauksessa ja voivat siten heijastua suoraan kaupunkilaisten palveluihin. Toisena esimerkkinä IoT alustan hyödyntämisessä voidaan teiden ylläpitoa suunnitella optimaalisesti hyödyntämällä paikallisia säätilatietoja ja sensoridataa. (Wapice, 2021)

Kuvassa 2. on visualisoitu Rambollin kehittämän BRUTUS simulaatiomallin rakennetta. ”Rambollin kehittämä liikenteen kysynnän simulointimalli BRUTUS soveltuu tarkkuutensa takia hyvin kestävien kulkutapojen mallintamiseen.” (Ramboll, 2021) He ovat testanneet mallia, joka yhdistelee eri datalähteitä ja simuloi niiden pohjalta ennusteita päätöksenteon tueksi. Mallia ovat testanneet ainakin Vaasan kaupunki Suomessa ja Utrecht kaupunki Alankomaissa. Vaasassa tavoitteena oli kaupungin hiilidioksidipäästöjen vähentämisen seuranta datan avulla.

Brutus on dataohjattu simulaatiomalli. Se voi ennustaa sitä, miten kaikki todennäköisesti matkustavat liikennejärjestelmässä. Siten voimme jäljittää simuloituja ihmisiä koko matkan ja toiminnan ajan päivän aikana, käyttämällä mitä tahansa liikkumismuotoa, mukaan lukien uudet liikkuvuuspalvelut. Esimerkiksi työmatkojen parantaminen on enemmän kuin A:n ja B:n kartoittamista – Brutus tarjoaa oivalluksia koko päivän matkoilta kaikilla liikennemuodoilla. Yksityiskohtaisia tietoja voidaan analysoida monin tavoin esimerkiksi ehdotettujen toimenpiteiden sosiaalisten, taloudellisten ja ekologisten kestävyysvaikutusten tutkimiseksi. (Ramboll, 2021)



KUVA 2. Rambollin kehittämän BRUTUS simulaatiomallin rakenne (Ramboll, 2021)

Liikenneturvallisuuden seuranta on myös kansainvälisesti usein esiin nouseva aihe, kun puhutaan liikenteen datan keruusta. Reaaliaikaisilla liikkuvista ajoneuvoista kerätyillä tiedoilla ja karttojen yms. yhdistelemisellä saadaan helposti visualisoitua liikenteen riskipaikat. Pittsburghissa haluttiin panostaa myös reaaliaikaisen datan analysointiin, jotta päätöksiin asian tiimoilta voitiin saada vahvistus.

”Turvallisuus ja oikeudenmukaisuus ovat suurin huolenaihe kaupungeille Yhdysvalloissa ja kaikkialla maailmassa. Yhä useammat kaupunkisuunnittelijat ovat siirtymässä pois manuaalisesti toteutettavista, täplikkäistä liikennelaskureista. Sen sijaan he luottavat edistyneeseen, reaaliaikaiseen analytiikkaan. Liikennevaikutustutkimukset ovat siten perusteellisia, ja ne kattavat alueen kaikki kadut ja naapurustot. Korkean riskin alueet tunnistetaan nopeasti ja asetetaan etusijalle investoinneille, mikä tasoittaa tietä turvalliselle, tasapuoliselle ja monimuotoiselle matkustamiselle kaikille.” todetaan (Cities Today, 2022a)

Liikkuvista autoista saadaan jatkuvasti enemmän tietoja esimerkiksi missä äkkijarrutuksia on tapahtunut, jolloin voidaan tutkia kyseisen liikennealueen turvallisuutta ja muuttaa mahdollisia liikennejärjestelyjä sujuvamman liikenteen mahdollistamiseksi. Mikäli liikkuva auto tai muu kulkuneuvo on varustettu kameralla, voidaan myös havainnoida poikkeamia esimerkiksi katuverkon kunnossa tekoälyn avulla kuvamateriaalista, kuten kuopat, kaistaviivojen kunto, lumikasat ajoväylällä tai kaatunut liikennemerkki. Kun kamera-analyysin tiedot yhdistetään kaistaviivojen tai liikennemerkkien sijainti tietoon, niin voi tekoäly etsiä ratkaisuja missä on poikkeamia. Näistä voidaan hälyttää tarkistustehtäviä kunnossa pitoon, jossa voidaan kuvan perusteella arvioida kunnostustarve.

Kansainvälisen Autoliitto FIA:n eurooppalaisia autoilijoita edustavan alue 1:n johtaja Thomas Møller Thomsen on tuonut esiin, että autot tallentavat muun muassa ajoneuvon paikkatietoja, matkojen pituuksia ja matkapuhelinten yhteystietoja. Muistiin jäivät myös muun muassa turvavyön esikiristimen toiminta, joka viittaa äkkijarrutuksiin, navigaattorin viimeisimmät kohdetiedot ja moottorin suurimmat käyntinopeudet. (Jokela, 2023)

Parhaimmillaan dataa yhdistelemällä saadaan tehostettua turvallisuutta, toimintaa ja viihtyvyyttä. Tekoälyä voidaan käyttää datan tehostamisena ja se mahdollistaa laajojen datamassojen yhdistelemisen uudella tavalla. Tekoälyn ominaisuuksia voidaan hyödyntää ennusteisiin, joiden avulla tehostaminen on mahdollista, niin turvallisuudessa, viihtyvyydessä ja toimintojen sujuvuudessa.

3.4.1 Digitaaliset kaksoiset

Mikä on digitaalinen kaksonen? Wikipedia määrittelee sen näin;

”Digitaalinen kaksonen on koneiden kunnossapitoa ja tuotekehitystä koskeva tarkka virtuaalinen malli, joka raportoi toiminnastaan kerätyn datan perusteella. Esineiden internetissä digitaalisella kaksoisella tarkoitetaan palvelimella tai pilvessä olevaa anturin tai sensorin digitaalista vastinetta. Kiinteistö- ja rakennustoimialalla digitaalinen kak-

sonen tarkoittaa rakennuksen digitaalista vastinetta, jonka tietosisältö määräytyy käytettävän tietomallin, Building Information Modelin (BIM) mukaan. Digitaalisen kaksosen avulla voi hallita, muuttaa ja jakaa sen fyysiseen vastineeseen liittyvää tietoa” (Wikipedia, 2022)

Kaupungin digitaalisessa kaksosessa yhdistetään rakennukset, kadut, luonto, kulkuneuvot, katuvalaisimet ja vaikka esimerkiksi sääolosuhteet. Datan määrässä puhutaan valtavan kokoisista tietolähteistä, jossa on yhdistettynä staattista ja reaaliaikaista tietoa. Suomen Maanmittauslaitoksen sivustolla asiasta kerrotaan näin;

Digitaaliset kaksoset ovat reaali maailmasta laadittuja virtuaalisia malleja, jotka voivat perustua tekoälyyn, koneoppimiseen ja erilaisiin paikannusmenetelmiin. Käyttäjä voi hyödyntää niitä ympäristön suunnittelussa sekä reaaliaikaisten tietojen keruussa ja analysoinnissa. Kolmiulotteisen visualisoinnin avulla ne auttavat käyttäjiä ymmärtämään tulevaisuuden mahdollisuuksia sekä tarkastelemaan ja ennakoimaan monitahoisia ilmiöitä. Digitaaliset kaksoset auttavat meitä ymmärtämään liikkeitämme ja käyttäytymistämme sekä ennakoimaan tulevaisuutta. Niiden avulla voimme luoda kestävämmän ympäristön mallin. (Ranta, E., 2022)

Tampereella on tehty digitaalinen kaksonen Hervannan alueesta, jotta autonomisen liikkumisen toimijat saisivat paremmin testattua ja tutustuttua Hervannan testialueeseen. Digitaalista kaksosta on parannettu dynaamisilla tietolähteillä ja avoimella kaupunkidatalla.

Kaupunkisuunnitteluun digitaaliset kaksoset ovat tulleet usean viime vuosien aikana tapahtuneen teknologisen kehitysloikan myötä. Niin 3D-mallintaminen, sensoridatan saatavuus ja määrä kuin taustalla toimivan teknologian standardisointikin ovat tätä nykyä sillä tasolla, että mallin toteuttaminen on helpompaa kuin koskaan aiemmin.” kerrotaan Sitowise Oy:n artikkelissa (Sitowise, 2022)

Tampereen testialue muodostuu datan, yhteyksien ja ympäristön kokonaisuudesta. Automaattisen ajamisen testialue tarvitsee toimiakseen sekä fyysisen että digitaalisen infrastruktuurin, jotta siitä olisi hyötyä tutkimukselle ja tuotekehitykselle. Digitaalisen infrastruktuurin tärkeässä roolissa ovat HD-kartat ja digitaalinen kaksonen kohdealueesta. Lisäksi tarvitaan mahdollisimman toimivat tietoliikenneyhteydet – ja toki ympäristön muilla palveluilla on myös tärkeä merkitys. (Stenroos, 2022a)



KUVA 3. Visualisoitu kuva Tampereen Hervannan digitaalisesta kaksosesta. (Sitowise, 2022).

Yksi ehkä tämän hetken suurimmista digitaalisista kaksosista on tehty 26 miljoonan asukkaan Shanghaista, jossa on uskomattomalla tarkkuudella mallinnettu tuhansia rakennuksia. "Malli on lähes 4,000 neliökilometriä kattava ja rakennettu käyttämällä satelliittien, dronien ja antureiden tietoja todellisesta Shanghaista, digitaalisella kaksosella voisi pian olla voima simuloida kaupungin tulevaisuuden tapahtumia hämmästyttävällä tarkkuudella." (Savage, A. 2020). Shanghaiin mallinnusta tekevän yrityksen sivustolla kommentoidaan, että digitaalisten kaksosten olevan vielä lapsenkengissä, mutta niissä on paljon hyödyntämätöntä potentiaalia kaupunkiemme kehittämiseen. "Tekoälyn ja koneoppimisen nousun myötä älykkäät kaupungit, joilla on itsenäiset päätöksentekovalmiudet, eivät ole enää tieteiskirjallisuuden juttuja, vaan hyvin todennäköinen tulevaisuuden todellisuus." Weir-McCall kirjoittaa Unreal Engine sivustolla (Weir-McCall, 2020)

3.4.2 Hyödyntämismahdollisuudet kaupungilla

Kaupungeilla on lukuisia mahdollisuuksia hyödyntää dataa, olennaista on keskittyä tarvelähtöiseen suunnitteluun ja etsiä loogiset ensiaskeleet, jonka avulla prosessi saadaan testattua ja myöhemmin laajentaa. Tampereella on oltu tässä esimerkillisiä IoT alustan käyttöönotossa ja sen kautta onkin järkevä lähteä miettimään mihin muuhun samoja datalähteitä voi käyttää ja mistä dataa vielä tarvitaan lisää. Kuten kappaleessa 2. Data ja sen mahdollisuudet, käsiteltiin kaaviota,

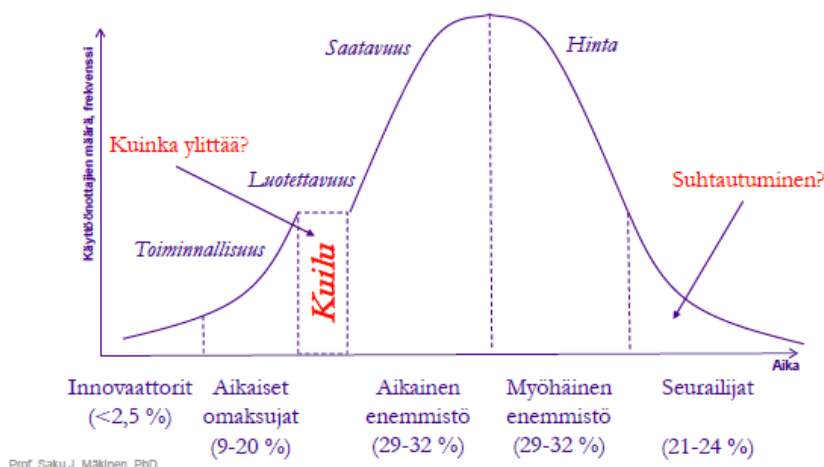
Kaupunkien tarpeet ja ongelmat datan käytössä ja hyödyntämisessä ovat yhteisiä ja verkostojen sekä ekosysteemien avulla halutaan jakaa oppeja, joita kehityshankkeissa kokeillaan. Turku ja Tampere tekivät yhteistyötä CityIoT 2 -hankkeessa, jossa tehtiin useita kokeiluja, jotta muiden kaupunkien olisi helpompi ymmärtää millaisia hyötyjä älykaupunkiratkaisujen avulla voidaan saavuttaa. Kokeiluissa tärkeässä roolissa oli datan hallinta ja hyödyntäminen sekä vieminen päätöksenteon tueksi. Näiden avulla halutaan testata, miten datan avulla asukkaat voivat saada parempia palveluja kerrotaan hankkeen artikkelissa Business Tampereen verkkosivustolla. (Stenroos, 2022b)

Big Data The Engine to Future Cities, artikkelissa selvitettiin tutkimusta kaupunkiliikenteen massa datan soveltamista Sydneyn kaupungin suunnittelun tueksi (Pettit ym. 2022). He tutkivat 30min kaupungin tavoitetta, jossa ihmisen tai kaupunkilaisen käyttämät toiminnot löytyvät 30min matkan sisältä, kuten työpaikka, terveyspalvelut, virkistystoiminta ja koulutus. Ideana oli optimoida kaupunkilaisten liikkumiseen käytettyä aikaa maksimissaan tuntiin per päivä, jolloin yhden suuntainen matka olisi vain 30min maksimissaan. Sydneyssä kerättiin dataa useista lähteistä ja eri sovellusten avulla. Kun tulokset esitettiin yhteen kootussa muodossa visuaalisesti, niin tuloksista oli helpompi keskustella eri osapuolten kanssa ja sen avulla voitiin kannustaa ja tukea kaupunkilaisia myös osallistumaan enemmän vaikuttamaan päätöksentekoprosessiin.

Nashvillessä, Tennesseessä, haluttiin saada varmuutta toistuville pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden valituksille vaaratilanteissa. He halusivat saada dataa päätöksenteon tueksi, jotta varmistetaan tilanteesta ja voidaan ehkäistä vaaratilanteet kaupunkiliikenteessä. Covid pandemian aikana liikenteessä kaahaaminen olikin noussut, vaikka itse liikennemäärät olivat vähentyneet. Siellä haluttiin tutkia, missä vaarallisimmat kohdat tarkalleen olivat, jotta voidaan suunnitella ja toteuttaa mielekkäitä ratkaisuja. Normaalit tiedonkeruumenetelmät olivat mahdottomia kotona pysymisen määräysten vuoksi, oli ainoa ratkaisu hyödyntää massa dataa tarvittavien tietojen keräämiseen suuressa mittakaavassa. (Cities Today, 2022b)

Kaupungin kannattaa ajatella ratkaisuja ihmislähtöisesti ja kertoa avoimesti miksi muutosta tehdään, mitä sillä halutaan saavuttaa ja mahdollisesti osallistaa kaupunkilaiset suunnitteluun mukaan. Asioista tulee viestiä, niin että kaupunkilaiset ymmärtävät mistä puhutaan. Väärinkäsityksiä ja pelkoja muutosta kohtaan syntyy usein, jos viestintä on puutteellista tai sekavaa. Ihmiselle myös osallisuus prosessiin auttaa ymmärtämään päätösten tarkoitusta. Uusien tuotteiden ja palvelujen käyttöönoton diffuusion ymmärtäminen pätee myös uusien älykaupunkiratkaisujen vastaanottoon kaupunkilaisten keskuudessa. Diffuusiolla tarkoitetaan erityistä viestintää uudesta ideasta. Diffuusion myötä esiintyy sosiaalisia vaikutuksia, kun uusi ajatus on keksitty, levitetty ja joko hyväksytty tai hylätty. Innovaatio on idea, käytäntö tai tuote, jonka yksilö tai ryhmä on havainnut uutena asiana. Teknologisella innovaatiolla on yleensä jonkin asteisia hyötyjä mahdollisille käyttäjille. Mitä selkeämmin hyödyt ovat havaittavissa sen helpompaa sen leviäminen on. Kuvassa 4. on esitetty kuinka uuden innovaation vastaanottavat ensin pienemmät ihmisryhmät, joita kutsutaan tässä aikaiset omaksujat ja vasta kun heidän keskuudessa on saavutettu luottamus uuteen palveluun tai tuotteeseen alkavat muut ottaa vastaan sen. Alkuvaiheessa viestintä innovaatiosta on tärkeää, jotta palvelun tai tuotteen hyödyt voidaan vastaanottaa. Kun lakipiste käyrällä on saavutettu, alkaa massat viestiä tuotteen puolesta.

Kuilu aikaisen ja massan välillä



KUVA 4. Uuden innovaation, tuotteen tai palvelun käyttöönotto ja hyväksyminen. (Mäkinen, S. 2019)

“Data on vain ykkösiä ja nolliä, mutta sen takana on monimutkainen ihmiselämä – kun tarkastelemme tietoja kontekstissa, voimme todella saada oivalluksia, joita tarvitsemme muutoksen edistämiseen, joka hyödyttää asukkaitamme”, sanoi Justin Bruce, Tyler Technologiesin asiakasmenestyksen johtaja Cities Todayn artikkelissa (Cities Today, 2022c). Kun kaupungit kasvattavat ymmärrystään, ne voivat hyödyntää samaa lähestymistapaa. Kaupunkien kannattaa Brucen mukaan tarkastella operatiivisia mittareitaan ja miten niistä voisi saada parempia. Kaupunkilaisille pitää saada luottamus, että tietoja käytetään sellaisiin tarkoituksiin, joista on heille hyötyä eikä päin vastoin. Näistä asioista viestiminen on heti alusta alkaen tärkeää, jotta kehitystyötä datan avulla voidaan kaupungilla tehdä. “Et voi hallita sitä, mitä et mittaa - oikeiden mittareiden luominen ja tietojen murttaminen silloista on tehokas tapa antaa työtä tekeville ihmisille mahdollisuus saavuttaa kaupungin tavoitteet joka päivä.” Bruce lisää (Cities Today, 2022c).

Kaupunkimiljöössä teknologinen kehitys voi joskus tapahtua nopeasti ja sen seurauksena voi uusien asioiden tuominen katukuvaan olla haastavaa kaupungeille. Virtuaalimallit kuten digikaksoset voivat helpottaa näiden suunnittelua ja niiden avulla voidaan todentaa päättäjille nopeasti omaksuttavaan muotoon uudet tekniset ratkaisut ja niiden liittyminen, vaikka kaupungin olemassa olevaan sähköverkkoon. Kun tämä data tuodaan visuaalisesti helposti havaittavaan muotoon, se on käytettävissä päätöksen tekoa varten kaupungin sisäisesti, mutta sen avulla on myös helppo havainnollistaa uusia ratkaisuja myös kaupunkilaisille.

Sähköisen liikenteen yleistyminen edellyttää toimivaa latausinfrastruktuuria sekä yksityisautoilijoiden että julkisen liikenteen tarpeisiin. Myös katukuvaan viime vuosina ilmestyneet sähköpotkulaudat, kuljetusrobotit ja dronit synnyttävät uusia liikkumisen mahdollisuuksia, mutta tuottavat myös päänvaivaa kaupungeille. Muutoksen nopeus edellyttää ketteryyttä luvitukselta ja kaavoitukselta. Tärkeä apu murroksessa ovat dataan pohjautuvat mallinnus- ja simulaatiotyökalut, joiden avulla esimerkiksi latausverkosto voidaan räätälöidä vastaamaan liikennevirtoja ja kaupunkilaisten tarpeita. (Aalto, 2022)

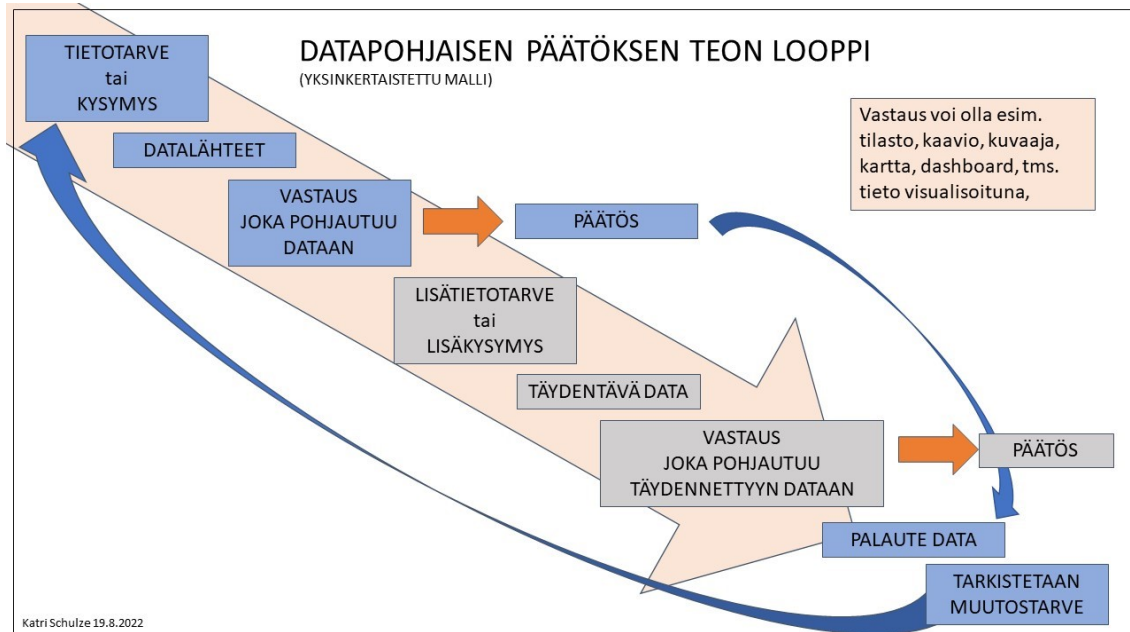
3.4.3 Tiedon käyttö

Perinteisesti kaupunkien muutos ja päätösprosessit ovat tunnettu hitaina ja kankeina. Maailmaa mullistaneet muutokset, kuten Covid pandemia ja Ukrainan sodan tuoma energiamuutostarve ovat osoittaneet, että kaupunkienkin pitää pystyä organisaationa muuttumaan ja joustamaan tilanteiden mukaan. Sujuva liikkuminen on yksi tärkeitä kaupungin toimintoja, jossa häiriötilanteilla voi saada yllättävän paljon ikäviä reaktioita aikaan ja muutosten ennakointi nousee tärkeään rooliin. Cities Todayn artikkelissa (Cities Today, 2022b) kommentoidaan, että "Kehittynyt liikenneanalytiikka tekee kaupungeista kestävämpiä kaupunkiliikenteen muutoksille ja pitää ympäristönsä turvallisempänä ja terveellisempänä."

Kaupunkisuunnittelu voi olla hyvin monimutkaista, koska pitää toimia yhdessä teknisten ja poliittisten kontekstien sekä erilaisten toimijoiden kanssa, joilla voi olla kaikilla erilaiset roolit ja tavoitteet. Kaupungeissa ei yleensä tavoiteta vain optimoitua ratkaisua, vaan kompromissi, joka tuottaa parhaan mahdollisen yleisen "hyvän" monimuotoiselle yhteiskunnalle, kohdistettuna olemassa olevaan rakennettuun kalustoon ja infrastruktuuriin, sosioekonomiseen kontekstiin ja rajallisiin resursseihin. Sen lisäksi, että tavoitteena on kasvattaa tuloja tai vähentää yritysten kustannuksia, julkisen sektorin on käsiteltävä kestävään kehitykseen, tasapuolisuuteen, tuottavuuteen ja elinkelpoisuuteen liittyviä tavoitteita, ottaen samalla huomioon osallistuminen ja avoimuus." (Pettit ym. 2022).

City IoT2 hankkeen webinaarissa pohdittiin myös datan käytön etiikkaa. Kaupunkien rooli on ottaa huomioon datalähteitä valittaessa, onko oikein käyttää dataa ja hyödyntää sitä. Kaupunkien tulee ottaa myös joissakin asioissa huomioon, onko se hyväksyttävää, että päätökset perustuvat "vain" dataan, pohti Pasi Lehtimäki, Principal Consultant, Head of Data and AI Business, D.Sc. (Tech), Gofore Oy:stä. Hän viittaa aiheessaan 2020 luvun johtamiseen, jossa johtaminen muuttuu ja johdon tulee pohtia näitä asioita valmiiksi. Johdon ja kaupungin päättäjien tulee olla hereillä ja toimia ketterän johtamismallin mukaisesti, jossa kehitysprosessissa on luuppi, joka palaa takaisin katsomaan ollaanko menossa edelleen oikeaan suuntaan. Lehtimäki käyttää esimerkkinä mm. Espoon kaupungin toimintaa, jossa henkilöstöltä kerätään ideoita ajatuksella, että kun riittävästi kokeillaan ja testataan, niin parhaat ratkaisut alkavat löytyä. (Lehtimäki, P., 2022)

Dataohjautuvuudessa onkin hyvä ottaa mallia teknologisen kehityksen opeista ja kaupunkikontekstissa esimerkiksi kerätä riittävän tiheällä tai jopa jatkuvalla syklillä palautetta kaupunkilaisilta ja palata uudelleen datakysymyksen tai tietotarpeen äärelle, että onko suunta oikea vai tulisiko asiaa pohtia uudelleen ja onko kaikki huomioitu tasa-arvoisesti ja yhdenvertaisesti vai tuleeko pohtia uusia ratkaisuja. Kaaviossa 2. on esitetty miten datapohjaisen päätöksenteon loopin olisi hyvä toimia ketterän johtamismallin mukaisesti.



KAAVIO 2. Datapohjaisen päätöksen teon looppi kuvattuna.

Monissa liikkumisen palveluissa on mm. hyvin laajalla skaalalla erityisiä tarpeita. Tampereella tehdyssä autonomisen ajamisen pilotissa havaittiin SHOW-hankkeen tutkimuksen yhteydessä mm. mitä esteettömän ja saavutettavan liikkumisen näkökulmasta tulee huomioida, jotta voimme tuoda palvelun kaikkien käyttäjärühmien saataville, kertoo SHOW-hankkeen kansallinen koordinaattori Pekka Eloranta Sitowise Oy:stä Tampere Testbed sivuston artikkelissa. ”Mielenkiintoinen huomio oli käyttäjien kiinnostus teknologiaa ja ajoneuvon ominaisuuksia kohtaan.” (Tampere Testbed, 2022)

Artikkelissa Sydneyn 30min kaupungin toimintaa tutkiessa huomattiin usein kaupungeille vastaan tuleva haaste. Merkittäviä massadata varastoja ohjaavat vahvat kaupalliset toimijat. Tällaisten tietojen hyödyntäminen mahdollistaa paljon tulevien kaupunkiemme kehityksessä. Datan kasvu kaupankäynnin kohteena ja sosiaalisen median alustojen kautta luo kuitenkin digitaalisen kuilun niille, joilla ei

ole varaa käyttää tällaista dataa. Näin ollen hallituksella ja teollisuudella on mahdollisuus puuttua tähän kasvavaan sosiaaliseen eriarvoisuuteen ja luoda uusia kumppanuuksia yhteisöjen ja tutkijoiden kanssa osallistavasti ja työskennellä yhteistyössä kaupunkien ongelmien ratkaisemiseksi. (Pettit ym. 2022)

MaaS (Mobility as a Service) tarkoittaa, että kansalaiset jakavat ja ostavat liikennepalvelujen tarjoajien omistamia liikkuvuuspalveluja (esim. linja-auto-, auto-, pyörä-, taksi- ja rautatieosuuksia), jossa palvelujen käytöstä kertyvän datan omistaa kuljetuspalvelujen tarjoaja. Samoin eMaaS sisältää akkuvirtaa kuluttavan ajoneuvojen virrankulutus ja lataustiedot, jolla voisi hyvin seurata kestävän liikenne-
muodon määrää kerrotaan Big data driven multi-tier architecture for electric mobility as a service in smart cities: A design science approach artikkelissa. (Bokolo, Sobah, Ahlers & Krogstie 2020). Kyseisessä artikkelissa nousee myös esiin kyseisten kuljetuspalvelujen käyttämiseen tehtyjen sovellusten (API:en) tarjoama pääsy ja linkittyminen erityisiin datalähteisiin ja nettiyhteyksiin, joita tarjoaa tällä hetkellä mm. Google, Microsoft ja Apple, jotka muodostavat datan jakamisalustoja. Sovellusten ja palvelujen suunnittelussa kaupungin toimintaan tulee huomioida, että jokaisella tiedolla on erilainen omistusoikeus ja ne voivat olla avoimia, kaupallisia tai yksityisiä sekä ilmaisia tai maksullisia. Tämä lisää datan keräämisen haastetta kaupungille ja toisaalta kaupunkilaisille suunnattujen palvelujen kerryttämän datan liikkumista toiseen suuntaan tietoisesti tai tiedostamatta. Kyseisessä artikkelissa todetaan, että ”Monitasoista data-arkkitehtuuria voidaan soveltaa täysin reaaliaikaiseen dataan perustuvien eMaaS-järjestelmien hallintaan, kun luodaan avoimen liikkuvuuden datan ekosysteemi, joka käyttää sovellusliit-
tymiä tarjotakseen yhteen toimivan pääsyn liikkuvuuden metatietoihin ja tietolähteisiin (Bokolo jne. 2020).” Tällöin ekosysteemin sisällä voidaan määrittää datastrategia, jossa määritellään miten ja kenellä on oikeus käyttää järjestelmiin kertyvää dataa. ”Ilmeisesti tarvitaan lähestymistapa, joka mahdollistaa liikkuvuustietojen yhteen toimivuuden, jakamisen ja hallinnan kestävän liikenteen parantamiseksi älykkäissä kaupungeissa.”, todetaan artikkelin loppupäätelmissä.

4 TIEDOLLA JOHTAMINEN KAUPUNGISSA

4.1 Yleistä tiedolla johtamisesta

Tiedon hyödyntämisen mahdollisuudet ovat rajattomat, mutta meidän tulee kuitenkin ymmärtää mihin tarpeeseen tietoa hyödynnetään. Kaupungit ovat kohdanneet digitalisaation murroksen, jota ei voi välttää. Niiden tulee vastata muuttuvaan tarpeeseen ja se voi vaatia myös sisäisen toimintakulttuurin muutosta. Datan käyttö vaatii ohjausta monella tasolla, jotta toteutuvat ratkaisut ovat turvallisia ja tasa-arvoisesti toteutettuja. Sitra selvitti keskustelua, jota suomessa datan käytön ympärillä oli vuonna 2021. ”Näköpiirissä voi hämmöttää hyvinvointia lisääviä palveluita, mutta vain, jos alusta- ja datataloudelle onnistutaan luomaan reilut pelisäännöt ja jos oivalletaan laajemmin, miten dataa voidaan hyödyntää uusien palveluiden raaka-aineena. (Kippo, Kemppainen, 2022)” Sitran Datatalouden tiekartta -projektin johtaja Laura Halenius arvioi, että ”Suomessa on pulaa datatalouden osaamisesta ja poliittisessa päätöksenteossa datataloutta ymmärretään puutteellisesti”. Aineiston perusteella datatalouskeskustelu ei välttämättä ole noussut vielä kunnolla poliittiselle agendalle. Se, mihin suuntaan datavetoinen yhteiskunta kehittyy, riippuu niin yrittäjistä, lainsäätäjistä, tutkijoista, kuluttajista kuin kansalaisista. (Kippo, Kemppainen, 2022). Kaupunkien digitalisaation ja tiedolla johtamisen muutos vaatii yhteistyötä ja oppien jakamista yli kuntarajojen sekä kansainvälisesti. Stiina Torkkel nostaa esiin opinnäytetyössään tätä asiaa.

Älykkään organisaation tulisi tiedostaa erilaiset tiedon hyödyntämistavat: tiedolla luodaan merkityksiä, ja sen kautta voi havainnoida erilaisia asioita. Tietoa luodaan ja tuotetaan organisaatioissa, ja luotua tietoa olisi olennaista hyödyntää myös omassa toiminnassa. Merkittävää on erityisesti se, että kyseistä resurssia käytettäisiin hyväksi organisaation päätöksenteossa. (Virtanen & Stenvall 2014, 102; Syväjärvi ym. 2013 Laitisen ym. 2017, 259). (Torkkel, 2020)

Uudistuvien kuntien asiantuntijuustarpeiden tarkastelu osoittaa asiantuntijuuden olevan muutoksessa. Asiantuntijoiden osaamisessa korostuvat tiedon hyödyntämisen taidot, viestintä- ja vuorovaikutustaidot, verkostoitumistaidot, kokonaisuuksien hallinta, muutostilanteiden hoitaminen ja johtaminen. Asiantuntijuuden osa-alueet liittyvät eri toimijoiden välisen yhteistyön ja verkostojen merkityksen kasvuun eli myös uudessa julkisessa hallinnassa korostuviin osa-alueisiin. Tiedon prosessoinnilla on asiantuntijatyössä keskeinen rooli. Asiantuntijoiden tulee löytää olennainen tieto suuresta tietomassasta sekä

kyetä soveltamaan tietoa omassa kontekstissaan. Tärkeänä näyttäytyy asiantuntijoiden taito tiivistää olennainen tieto ja esittää se muille ymmärrettävällä tavalla. (Jurmu, 2021)

Awari havaitsi haasteita massa datavarantojen hyödyntämisessä julkishallintojen strategisessa johtamisessa. Kuvassa 5. on hänen esittämä kaavio, jossa ”Esteet on luokiteltu järjestelmä-, organisaatio- ja yksilötason mukaan, jotta näiden haasteiden luonnetta voidaan ymmärtää paremmin.” (Awari, 2021)

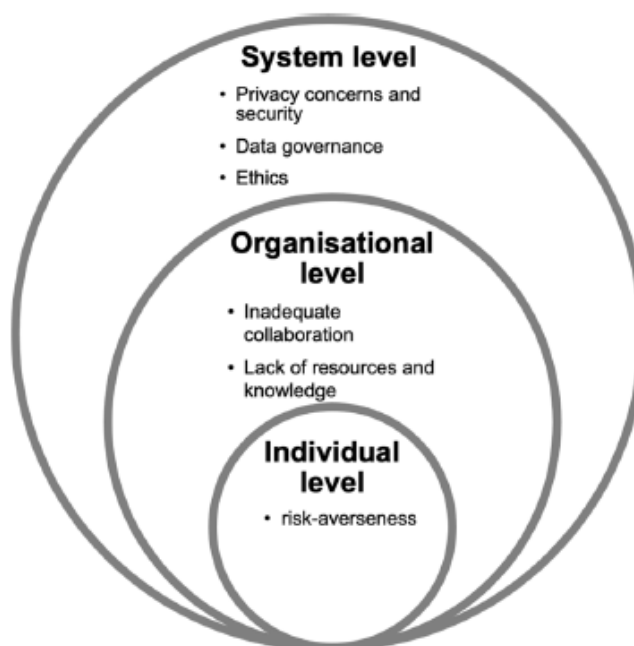


Figure 2: Barriers for Big Data adaption.

KUVA 5. Julkishallinnon haasteita luokiteltu järjestelmä-, organisaatio- ja yksilötason mukaan (Awari, 2021)

Haasteista huolimatta tutkimuksessa selvisi, että Massa Data voi parantaa tarkkuutta, tehokkuutta ja nopeuttaa prosessia tarjoamalla keinoja yhdistää kvantitatiivisesti ilmaistavissa olevia ja ei-quantitatiivisesti ilmaistavissa olevia tietoja useista strukturoimattomista lähteistä. Lisäksi Massa Data avaa uusia menetelmiä kansalaisten ja hallituksen osallistamiseksi mielekkääseen vuoropuheluun. Tämä voi parantaa muotoiluprosessin legitimiyyttä ja myös strategian sisältöä. Vuoropuhelulla voidaan edelleen parantaa hallitusten vastuuvollisuutta ja siten edistää strategian täytäntöönpanoa vaatimalla julkisilta johtajilta enemmän. (Awari, 2021)

Tiedolla johtamisen haasteet ovat kansainvälisesti hyvin samanlaisia. Business World julkaisun artikkelissa Integraation ja älykkäämmän hallinnon tarve älykkäiden ja kestävien kaupunkien rakentamiseksi Harish Nair, Global Sales Head,

Public Sector UST Global huomautti ajatuksestaan älykkäästä kaupungista: "Mikä tahansa kaupunki voi olla älykäs - mikä todella tekee kaupungista älykkään, on sen hallinto (Maji. 2020)." Lisäksi Nair totesi, että teknologian käytön älykkäässä kaupungissa tulisi keskittyä kansalaisten kokemukseen digitaalisista kaupunkipalveluista. Uusimpien sovellusten ja tekniikoiden kehityksen myötä pitäisi pystyä integroimaan useita sovelluksia ja tekemään siitä hyödyllistä juuri kaupunkilaisille, muuten siinä ei ole mitään järkeä. Olisi tärkeää myös optimoida resurssit, jotta kaupungeista voi todella tulla älykkäitä ja kestäviä." (Maji. 2020)

4.2 Tiedolla johtamisen tulevaisuus

Tiedolla johtaminen ei ole uusi asia. Jo kauan olemme pyrkineet perustamaan päätökset jonkinlaiseen tietoon. Miten ja millaisella tiedolla tulevaisuuden älykkäitä kaupunkeja johdetaan vai toimiiko tulevaisuuden kaupunki autonomisesti ilman ohjausta tai automaattisesti, mutta ihmisen ohjauksella. Aiemmissa kappaleissa on käyty läpi esimerkkejä, millaista kehitys on nyt. Kaupungit julkisena toimijana ja valtaviin datavarantojen kerryttäjänä tarjoaa mahdollisuuksia, mutta myös riskejä. Meillä on monia haasteita, joita halutaan helpottaa automatiikan avulla ja nopeuttaa asioiden käsittelyä esimerkiksi tekoälyn avulla. Datan kertyminen vuosien saatossa mahdollistaa lisää automatisoituja toimintoja. Ehkä tulevaisuudessa kaupungin automatiikka tietää milloin ja miten kaupunkilainen haluaa liikkua paikasta toiseen tai se on kutsuttavissa pyynnöstä kotiovelle ja tavarantoimitukset tuodaan drooneilla kotiin silmäkäänteessä. Ikäviin ongelmiin halutaan ratkaisut ja toiveajatuksena voi helposti olla "unelma kaupunki", jossa kaikilla sen asukkailla on asiat hyvin, syrjäytyminen ja sen tuomat ongelmat on estetty, kaikilla on esteetön kulku 15min yhteydellä tarvittaviin palveluihin ja toimintoihin, ruuhkautuminen liikenteessä on saatu estettyä optimoimalla ihmisten liikkuminen ja konenäkö yhdistettynä automatiikkaan estää onnettomuudet. Ihmiset viihtyvä turvallisessa ja puhtaassa kaupungissa, joka on päästötön ja vesi sekä luonto on sovitettu muun kaupunki infran sekaan sopivalla suhteella, jotta voimme tuntea luonnon lämmön kaupungissa. Tarvittaessa voimme virtuaalisesti matkustaa toiseen maahan tai sukulaisen luo ilman liikkumisesta kertyviä päästöjä tai hoitaa terveys- ja peruspalvelut virtuaalisesti.

Ajatus voi tuntua utopistiselta nyt, mutta älykkäiden kaupunkien merkitystä ja roolia tulevaisuuden internetin ja metaversumien mahdollistamassa maailmassa pohdittiin mm. Tomorrow.city sivuston artikkelissa, jossa nostettiin esiin jo suunniteltuja isoja projekteja mm. tulevaisuuden digikaksosten ja virtuaalitodellisuuksien roolista kaupungeille. ”On selvää, että älykkäillä kaupungeilla on mahdollisuus vastata tuleviin haasteisiinsa metaversumin näkökulmasta. Pian tulemme näkemään paljon enemmän digitaalisia kaupunkijohtamisen työkaluja. (Ramos, 2022)”

Suuri määrä kaupungeja on valmistautunut metaversumin mahdollisuuteen ja kaupunkien tulisi miettiä mitä mahdollisuuksia se tuo ihmisille ja kaupunkilaisille. Euroopan komissio suunnittelee toimia, jolla voidaan tukea kaupunkien metaversumin toteutusta ja jo seuraavilla rahoituskierröksillä voi olla näihin liittyviä aiheita. Tampereella on tehty elinvoiman ja kilpailukyvyn palvelualueen johtaja Teppo Rantasen mukaan jo muun muassa virtuaalitodellisuutta, digitaalisia kaksosia, droneja, dataa ja tekoälyä, jotka tukevat metaversumin rakentumista. Kehitystä näiden suuntaan on monella saralla ja yksittäisten testien sijaan pyrimme tarkastelemaan kokonaisvaltaista näkemystä. Kaupunki on tällä hetkellä tutkimusvaiheessa metaversumin suhteen ja halutaan löytää kaupungeille, yrityksille ja asukkaille sopivat hyödyt siitä. (Wray 2023)

Liikenneinfrastruktuurin kehittäminen voi joskus vaatia isoja investointeja, siksi liikkuvuuden datasta saatavien tietojen asianmukainen käyttö on erittäin tärkeää. Tätä tutkittiin artikkelissa *Assessing Sustainable Mobility Measures Applying Multicriteria Decision Making Methods* (Damidavičius, Burinskienė & Antuchevičienė. 2020), jossa yritettiin löytää periaate, jossa asiaa tutkitaan monen kriteerin perusteella. He huomasivat, että liikenneinvestointeja täytyy tutkia todella monen eri kriteerin mukaan ja joskus niitä on vaikea vertailla. Artikkelissa todettiin, että kyseinen metodi sopii parhaiten "aloitteleville" kaupungeille, jotka haluavat kehittää kestävästä liikkuvuudesta toimenpiteitä ja etsivät käytännön esimerkkejä vastaavista kaupungeista. Kokeilujen kautta oppien jakaminen on havaittu hyväksi tavaksi jakaa tietoa. Kaupungin päättäjien pitää kuitenkin aina pohjata ratkaisujen soveltuvuutta oman kaupungin tarkoituksiin ja tavoitteisiin.

Suurimpia ratkaistavia haasteita datan käsittelyssä nousi esiin Traficomın järjestämässä 5G Momentum konferenssitilaisuudessa. Datan yhteentoimivuus nousi vahvasti esiin paneelikeskustelussa ”5G:n etenemisestä ja aikataulusta ja tulevaisuudesta”. Panelistit kokivat, että haasteina erityisesti kaupungeille, mutta myös teollisuudelle oli eri toimijoiden datan yhteensopivuus. Datan liikkuvuutta sekä käyttöä mahdollistaa olemassa olevat 5G ratkaisut, mutta yhteistyökumppaneille tulisi sopia pelisäännöt, jotta paikasta riippumaton datan hyödyllinen käyttö voidaan toteuttaa ja rajapinnat koneiden ja ihmisten välillä saadaan kuntoon. Tärkeimpänä hyötynä esiin nousi turvallisuus, mutta silti myös tärkein kehitystarve on datan turvallisessa jakamisessa. (Traficom tilaisuus 2022)

4.3 Tiedolla johtaminen Tampereen kaupungilla

Haastatteluilla on pyritty hahmottamaan Tampereen kaupungin datan käyttöä ja hyödyntämistä haastattelujen tekohetkellä syksyllä 2022 ja huomioimaan opinnäytetyön rajaus liikkumisen teemaan. Haastateltavat henkilöt olivat Tampereen kaupungilta Outi Valkama, ohjelmapäällikkö, Älykaupunki kaupunkilaisille kehitysohjelma ja Tiina Leinonen, ohjelmapäällikkö, Hiilineutraaleja tekoja sekä Kristian Valkama, AI muutosjohtaja Business Tampereelta.

4.3.1 Outi Valkama, Ohjelmapäällikkö, Älykaupunki kaupunkilaisille kehitysohjelma, Tampereen kaupunki, haastattelu 30.8.2022

Valkaman mukaan kaupungilla ollaan hyvin eri tahtisia ja ollaan vielä oppimisvaiheessa, dataa on kerätty, mutta enemmän pistemäisesti. Valkaman mielestä Tampereen kaupungilla ollaan erinomaisia raportoimaan asioista ja sellaiseen löytyy vahvaa osaamista ja dataa. Datan analysointi on vielä vähäisemmässä hyödyntämisessä, mutta sen tarve on tunnistettu. Valkama nostaa vielä esiin, että osaamista kaupungin sisällä puuttuu. Asia on tunnistettu, mutta toistaiseksi osaamista ostetaan vielä paljon, joka voi joskus hidastaa prosesseja. Valkama kertoo, että ”uusi Älykaupunki kaupunkilaisille hanke etsii lippulaivojen kautta oikeita kohteita datalle, ja sen hankkimiselle, mutta toisaalta emme ehkä tiedä mitä kaikkea voimme hyödyntää datan saamiseen, joten tarvitaan data ja varuste hankintoja sekä tarvelähtöistä ajattelua.” Valkama korostaa käyttötarkoituksen tärkeyttä ja

johtamista datan käyttämisessä. Tulevaisuuden tärkeinä keskeisinä asioina kaupungille Valkaman mukaan on kehittyvien teknologioiden hyödyntämisessä kyvykkyyksien kasvattaminen ja kehittäminen sekä niiden johtaminen. Teknologioita on paljon, mutta täytyy keskittyä miettimään, miten niitä hyödynnetään ja miten kehitetään omaa prosessia ja toimintakulttuuria.

4.3.2 Kristian Valkama, Digitaalisen Transformaation kehitysjohtaja, Business Tampere, haastattelu 1.9.2022

Kristian Valkaman mukaan datatalouden mahdollisuudet ovat merkittävä mielenkiinnon kohde kaupungilla ja parhaillaan selvitetään siihen liittyviä mahdollisuuksia. Älykaupunki kaupunkilaisille -kehitysohjelmassa tutkitaan esimerkiksi, miten datalla luodaan arvoa erilaisissa ekosysteemeissä ja arvoketjuissa, ja miten kaupunki voi tukea tätä omalla toiminnallaan. Työ tukee osaltaan kaupungin datastrategian kehittymistä. Dataa hyödynnetään monin eri tavoin, mutta datatalouden näkökulmasta on vielä paljon valjastamatonta potentiaalia.

Liikkumisen sektorilla on kerätty ja hyödynnetty dataa monimuotoisesti mm. reititopastuksen muodossa. ”Liikkuminen on yksi keskeisimpiä alueita, jonka päälle voidaan rakentaa ja josta löytyy potentiaalia erityisesti yhdistettynä myös muihin datalajeihin”, kommentoi Kristian Valkama. Viimeisten vuosien aikana on tehty merkittävä määrä liikkumisen datan pilotteja ja kerätty niistä kokemusta. Tarvitaan kuitenkin kokonaisvaltainen käsitys dataomaisuudesta, jotta päästään paremmin analysoimaan näitä mielenkiintoisia mahdollisuuksia.

Kristian Valkama nostaa esiin myös, että aktiivinen toimijuus datataloudessa edellyttää uudenlaisia kyvykkyyksiä, joita mm. datastrategiatyössä pyritään tunnistamaan. Tarvitaan lisäksi keinoja ja osaamista näistä ilmiöistä viestimiseen, niin sisäisesti kuin kaupunkilaisten suuntaan. Pitää synnyttää ymmärrystä siitä, miksi näitä asioita tehdään ja toisaalta, miten kaupunki näitä hyödyntää, ja miten ne kytkeytyvät sen strategiaan. Datasta tuotetaan moninaista arvoa erityisesti analyytiikkaa hyödyntämällä. Toimiva tietoperusta on edellytys niin tiedolla johtamiselle, datataloudessa toimimiselle, kuin älykkäämpien tekoälyä hyödyntävien palveluiden kehittämiseksi, joiden parissa on nyt otettu ensiaskeleita. Tekoälyä

on pilotoitu esim. kaupunki-infran, turvallisuuden, ja asiakaskokemuksen kehittämisen parissa.

4.3.3 Tiina Leinonen, ohjelmapäällikkö, Hiilineutraaleja tekoja, Tampereen kaupunki, haastattelu 5.9.2022

Tiina Leinonen Tampereen kaupungilta kertoo, että kehitysohjelmien välillä tehdään yhteistyötä asioiden eteenpäin viemisessä. Liikkumisen dataa on olemassa paljon kestäväen kehityksen tueksi ja Leinosen mukaan se olisi hyvää dataa tekoälylle, koska sitä on pitkältä ajalta ja sitä on jo käytetty monissa kokeiluissa, mutta se ei pelkästään riitä. Avoimen datan palveluiden päivittämiseen ja laajentamiseen on rajatusti resursseja käytössä, mutta suunnitelmia tilanteen parantamiseksi on mietitty. Leinosen mukaan mm. päästömittauksiin on suunniteltu tarve lähtöistä suunnittelua, miten saataisiin päästöennustetta ja miten sitä voitaisiin kehittää olemassa olevan datan avulla. Leinosen mukaan kaupungilla mietitään, miten data saadaan palvelemaan kaupunkilaisia ja miten data saadaan vaikuttamaan niin, että ihmisten liikkumistottumukset saadaan muuttumaan kestävämmäksi. Tavoitteissa on hyödyntää viestintää tukena. Leinonen lisää, että ”tieto vaikuttaa ihmisiin, kun se kohdennetaan heihin oikein”. Kaupungilla koitetaan aktivoida viestinnän avulla kaupunkilaisia ja löytää keinot vaikuttaa datan avulla. Tavoitteena on tehdä datasta ihmisille ymmärrettävää.

5 LOPPUPÄÄTELMÄT

Tarkoituksenmukaisuus nousee vahvasti tutkituissa aineistoissa esiin. Olennaista on keskittyä löytämään vastauksia asioihin, joilla oikeasti voidaan parantaa kaupungin arkea. Palvelu kaupunkilaisille voi olla konkreettinen palvelutilanne vaikka ajanvarauksessa, siisti ja turvallinen kaupunkiympäristö tai puhdas ja hiilineutraali kaupungin keskusta. Myös liikkumisen palveluita tulee miettiä laajalaisesti. Vaikka toimiva ja kattava julkisen liikenteen verkosto on tärkeä, tulee miettiä myös pehmeitä palveluita, kuten esteetön pääsy julkisen liikenteen palveluihin, niin kulkuneuvon kyytiin nouseminen kuin lipun hankkimisen helppous tasa-arvoisesti kaikki kaupunkilaiset huomioiden. Olennaisia palveluita ovat myös katuverkon kunnan seuranta ja huolto resurssiviisaasti, kestävien liikkumismuotojen mahdollistaminen ja älykkäiden ratkaisujen löytäminen kasvavan kaupungin tarpeisiin sekä sähköisten liikkumismuotojen kasvavan energiatarpeen huomiointi. Selkeät mittarit auttavat seuraamaan saavutettuja tuloksia, jolloin datan avulla voidaan konkreettisesti nähdä palveluiden muutos.

Parhaimmillaan dataa yhdistelemällä saadaan tehostettua turvallisuutta, toimintaa ja viihtyvyyttä. Tekoälyä voidaan käyttää datan tehostamisena ja sen ominaisuuksia voidaan hyödyntää ennusteisiin, joiden avulla tehostaminen on mahdollista, niin turvallisuudessa, viihtyvyydessä ja toimintojen sujuvuudessa. Dataa kannattaa myös tuottaa visualisoituun muotoon niin kaavioiksi tai virtuaalimallinnuksiksi, jotka helpottavat datan ymmärrettävyyttä ja parantaa uusien asioiden vastaanottokykyä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, miten datavarantoja hyödyntämällä voidaan kehittää kaupungin palveluita. Opinnäytetyön tarkoitus oli myös luoda suunnitelma, miten näitä mahdollisuuksia voidaan hyödyntää Tampereen kaupungilla uuden kehitysohjelman puitteissa ja miten datan avulla voidaan ohjata kaupungin toimintaa ja päätöksiä.

5.1 Suunnitelma

Suunnitelmaan on koottu aiheita, joiden ympärille voi lähteä rakentamaan tarkempaa tavoitteellista suunnitelmaa. Suunnitelma on tehty vielä ylätasolla ja tarvekohtaisesti voi lähteä analysoimaan datatarpeita ja mahdollisia kumppaneita datatarpeiden saavuttamiseen. Suunnitelma ei ole eritelty priorisointi järjestykseen vaan niistä voi poimia myös yksittäisiä kehityskohteita tarkempaan tarkasteluun. Monet asiat koskettavat myös muita kehitysohjelmia tai yksiköitä kaupungin sisällä, joten yhteistyötä niiden välillä voisi edesauttaa asioiden eteenpäin viemistä.

- Varataan avointen datalähteiden päivitykseen resursseja ylläpitää tietolähteitä ja huolehtia, että laadukasta dataa on saatavilla.
- Siirtyminen passiivisesta aktiiviseen toimintaan "Data for London" tyyppisesti. Perustetaan toimintayksikkö, josta saa apua, kuten malleja datanjakosopimuksille ja joka huolehtii, että tietojen jakaminen on laillista, eettistä ja turvallista sekä koordinoi datalähteitä, jotta datalähteitä voidaan hyödyntää monipuolisesti kaupungin käyttöön. Huom. kaikki data ei välttämättä tarvitse eikä voi turvallisuus syistä olla avoimia.
- Yhteisten datalähteiden hyödyntäminen esim. IoT alustan avulla. Tieto saataville mitä on olemassa ja käytettävissä.
- Tarpeiden ja tietokysymysten pohdinta koordinoitusti. Selkeät tarve- tai tutkimuskysymykset mihin tarpeeseen halutaan vastauksia ja miten kehitystä tai muutosta voidaan seurata.
- Palvelun muoto voidaan määrittellä miettimällä, miten palvelu konkretisoi kaupunkilaiselle ja mittaristo, jolla seurataan tuloksia ja palautetta. Sen kautta pääsee määrittämään datatarpeet
- Mahdollisia liikkumisen tarpeita tai tutkimuskysymyksiä voi miettiä esim. seuraavien asioiden kautta:
 - o julkisen liikenteen optimointi reitit ja tiheydet
 - o käyttäjämäärien ja kulkumuotojen seuranta esim. kestävien liikkumismuotojen tilastointi
 - o ruuhkautumisen tilanteet ja esto
 - o palvelupolut
 - o opastaminen

- turvallisuus esim. äkkijarrutukset risteysalueella
 - kunnossapito (kuopat, maalaukset, liikennemerkkien kunto/selkeys, lumikasat jne.) esim. liikkuvien kameroiden perusteella ajantasaista tietoa
 - pysäköinnin optimointi
 - esteiden havainnointi ja opastaminen
 - kattavat datayhteydet ja 5G infran tarpeet, huomioida automaattiajoneuvojen ja droonien saapuminen kaupunkiympäristöön
 - ennakointi esim. tapahtumiin ja sääilmiöihin, rakennusprojekteihin
 - sähköisten kulkuneuvojen latausmahdollisuudet ja reitit, kuten julkiset automaattiajoneuvot, sähköbussit, yksityisautojen (pyörien ja potkulautojen, droonien yms.) latausmahdollisuus ja näiden kartoitus sekä huomioiminen uusilla alueilla
- Datan kerääminen määriteltyjen tarpeiden mukaisesti. Kartoittaa onko riittävästi dataa saatavilla sekä sensoreiden, kameroiden ja infran muutostarpeet.
 - Tulevien uusien alue- ja rakennushankkeiden ennakoiva tarve, älykkään infran lisääminen liikkumisväylien varrelle, yksityisten parkkitalojen datan yhdistäminen ja liikkuvien datankeruu välineiden hyödyntäminen yms.
 - Visuaalisten datamallinnusten hyödyntäminen suunnittelussa, testauksessa ja viestinnässä digikaksosten tms. virtuaalimallien avulla
 - Luotettavien käyttäjälähtöisesti suunniteltujen ratkaisujen suunnittelu, jossa odotukset saadaan kohtaamaan toteutus. Odotusten ja luottamuksen hallinta viestinnän kautta koordinoidusti.
 - Kaupunkilaisten osallistumista ja uusien ratkaisujen diffuusiota voidaan edistää esimerkiksi kaupunkilaistyöpajoilla eri käyttäjäryhmille ratkaisusuunnitteluun ja samoin koulutukseen.
 - Tulee huomioida kieli, jolla uusista ratkaisuista viestitään, suomi, englanti jne. sekä uuden asian ymmärrettävyys.
 - Viestinnällä voidaan myös pehmentää ennakkoluuloja. Data ja tekoäly käsitteet ovat monille vieraita ja palvelukokemus tulisi parantua eikä huonontua uusien ratkaisujen myötä. Kaupungilla on tärkeä rooli ja vastuu palvelujen tuottajana viestiä uusista ratkaisuista tai palveluista, jotta uudet ratkaisut saadaan leviämään ja riittävän laajaan käyttöön.

- Tekoälyn hyödyntäminen mahdollisuuksien mukaan on tärkeä huomioida kehityksessä. Kaupungin tulee ymmärtää tekoälyn realistiset mahdollisuudet. Tekoälyratkaisut perustuvat dataan ja ne luovat mahdollisuuksia, joista voidaan hakea vastauksia tutkimuskysymyksiin ja hyödyntää ennustusmallinuksissa tai joustavoittaa asiakaspalveluprosesseja.
- Kaupungin päätöksenteon tulee pohjautua tietoon, mutta inhimillisyys ei aina tule datan kautta esiin, jolloin päättäjän harkintaa tarvitaan. Tekoälyä voi hyödyntää rutiiniprosesseissa, joihin halutaan nopeutusta ja data sen kehittämiseen on luotettavaa ja riittävän laadukasta.
- Yhteistyön ja verkostotoiminnan ylläpito ja kehittäminen yritysten ja oppilaitosten kanssa. Datan käsittely ja hyödyntäminen vaatii uudenlaista osaamista kaupunkiorganisaatiolle ja sitä voidaan vahvistaa yhteistyön kautta.
- Yhteistyömuotojen vahvistaminen kaupungin sisäisten yksiköiden välillä esim. rakentaminen, liikenne, turvallisuus ja kestävä kehitys välillä on paljon synergiaa.

LÄHTEET

Aalto, A. 2022. Liikenteen murroksen vaatima teknologia on täällä, nyt katseet kääntyvät kustannuksiin, kuluttajiin ja kaupunkiin. VTT:n verkkosivu. Viitattu 25.8.2022. https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/liikenteen-murroksen-vaatima-teknologia-taalla-nyt-katseet-kaantuvat?_hsmi=223913797&_hsenc=p2ANqtz--7GMjlkxgYx_w5_kDrKVJeloX6-nbt5r1bm53Tw78_Nvu-buMuDCaMEm34foQvzKIPPYe25fIGXJqHe-Hsb42LVua5n2-hkciFfDE0-JF-y8649Hk

Afry. 2018. ÅF and Volvo Cars deliver smart transport solution to Swedish Transport Administration. Afry verkkosivusto. Viitattu 14.4.2023. <https://afry.com/en/newsroom/press-releases/af-and-volvo-cars-deliver-smart-transport-solution-swedish-transport>

Awari, M. 2021. Applying Big Data in the strategic management of public governments: Clustering urban neighbourhoods. Aalto-yliopisto. Master's Programme in Industrial Engineering and Management. Viitattu 24.2.2022 <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/107689>

Bokolo, A.J., Sobah, A.P., Ahlers, D. & Krogstie, J. 2020, Big data driven multi-tier architecture for electric mobility as a service in smart cities: A design science approach, International Journal of Energy Sector Management, vol. 14, no. 5, pp. 1023-1047.

Business Tampere. 2022. CityIoT2-pilotit: Konenäöstä tukea tiedolla johtamiseen. Business Tampereen verkkosivusto. Viitattu 16.8.2022 <https://business tampere.com/fi/cityiot2/cityiot2-pilotit-konenaosta-tukea-tiedolla-johtamiseen/>

Cities Today. 2022a. How Pittsburgh uses big data to make streets safer for all. Cities Today sivuston artikkeli 25.5.2022. Viitattu 9.8.2022. https://cities-today.com/industry/how-pittsburgh-uses-big-data-to-make-streets-safer-for-all/?utm_source=cities-today&utm_medium=newsletter&utm_campaign=220715

Cities Today. 2022b. Wary of speeding, Nashville is using big data to make biking safer. Cities Today sivuston artikkeli 10.6.2022. Viitattu 19.8.2022. https://cities-today.com/industry/wary-speeding-nashville-using-big-data-make-biking-safer/?utm_source=cities-today&utm_medium=newsletter&utm_campaign=220708

Cities Today. 2022c. When it comes to city data, context is everything. Cities Today sivuston artikkeli 7.7.2022. Viitattu 9.8.2022. https://cities-today.com/industry/when-it-comes-to-city-data-context-is-everything/?utm_source=cities-today&utm_medium=newsletter&utm_campaign=220715

Damidavičius, J., Burinskienė, M. & Antuchevičienė, J. 2020. Assessing Sustainable Mobility Measures Applying Multicriteria Decision Making Methods. Sustainability, vol. 12, no. 15, pp. 6067. Viitattu 24.2.2022.

<https://www.proquest.com/docview/2429504524?accountid=14242&parentSessionId=CHclfpvJMqCwV2vjZl66gwcLO6D%2Bksvn0ACujemiRzw%3D&pq-origsite=primo>

Halme, J. 2022. CityIoT2: Tiedolla johtaminen webinaari 28.3.2022. Smart City kokonaisuus ja käyttötapausesimerkkejä, Jarno Halme, Director, Consulting, CGI. Viitattu 28.3.2022. Tallenne <https://www.youtube.com/watch?v=Ej0PuNDY6m0>

Hiedanranta. 2022. Hankkeet ja kokeilut. Hiedanranta verkkosivusto. Viitattu 25.8.2022. <https://hiedanranta.fi/innovaatiot/hankkeet-ja-kokeilut/>

Ihmisten Tampere, mahdollisuuksien kaupunki -pormestariohjelma 2021-2025.pdf, Viitattu 31.3.2022, chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/<https://tampere.cloudnc.fi/download/noname/%7B74d60c3a-b1cb-40a6-adf6-e2f8bce5a362%7D/5290255>

ITS Factory. 2022a. What is ITS Factory?. ITS Factory verkkosivu. Viitattu 10.8.2022 <https://itsfactory.fi/what-is-its-factory/>

ITS Factory. 2022b. ITS Factory Developer Wiki. ITS Factory verkkosivu. Viitattu 10.8.2022. http://wiki.itsfactory.fi/index.php/ITS_Factory_Developer_Wiki

ITS Finland. 2022. Liikennejärjestelmä 2.0. ITS Finland verkkosivu. Viitattu 28.4.2022. <https://its-finland.fi/toimiala/>

Jokela, M. 2023. Autosi tietää mitä teit viime kesänä – mutta kuka omistaa tiedot?. Moottori verkkosivusto. 19.2.2023. Viitattu 5.4.2023. <https://moottori.fi/liikenne/jutut/autosi-tietaa-mita-teit-viime-kesana-mutta-kuka-omistaa-tiedot/>

Jurmu, L. 2021. Millaisella asiantuntijuudella tulevaisuuden kunta rakennetaan? Tampere University. Johtamisen ja talouden tiedekunta. Väitöskirja. 2021. Viitattu 13.3.2022. https://andor.tuni.fi/discovery/fulldisplay?docid=alma9911269608505973&context=L&vid=358FIN_TAMPO:VU1&lang=fi&search_scope=My_inst_and_CI_extended_search&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=Everything&query=any,contains,Millaisella%20asiantuntijuudella%20tulevaisuuden%20kunta%20rakennetaan%3F&offset=0

Kippo, J., Kemppainen, E. 2022. Datankäytön potentiaalia varjostaa datajättien rymistely verkkoalustoilla – näin Suomessa keskusteltiin datataloudesta vuonna 2021. Sitran verkkosivusto 1.4.2022. Viitattu 19.8.2022. <https://www.sitra.fi/artikkelit/datankayton-potentiaalia-varjostaa-datajattien-rymistely-verkkoalustoilla-nain-suomessa-keskusteltiin-datataloudesta-vuonna-2021/>

Konferenssitallenne SIMETRA, 2022, Jeroen Brouwer. Data fusion of floating car data for Intelligent Transport Systems (ITS). Viitattu 8.9.2022, <https://www.youtube.com/watch?v=-4hQQxnHdsQ>

Konferenssitallenne CES, 2021, Under the Hood with Professor Amnon Shashua, viitattu 8.9.2022, <https://www.youtube.com/watch?v=-4hQQxnHdsQ>

Lehtimäki, P.. 2022. CityIoT2: Tiedolla johtaminen webinaari 28.3.2022. Miten data ja tekoäly muuttavat organisaation johtamista?. Pasi Lehtimäki, Principal Consultant, Head of Data and AI Business, D.Sc.(Tech), Gofore Oy. Viitattu 28.3.2022. Tallenne <https://www.youtube.com/watch?v=Ej0PuNDY6m0>

Maijala, M. 2020. Tampere AR näyttää ratikan kulkemassa Hämeenkadulla. Smart Tampere kehitysohjelman verkkosivu. Viitattu 10.8.2022 <https://smart-tampere.fi/tampere-ar-nayttaa-ratikan-kulkemassa-hameenkadulla/>

Maji, N. 2020. Need for integration and smarter governance to build smart, sustainable cities. Business world (India). Viitattu 17.4.2023. <https://www.proquest.com/docview/2369497836?accountid=14242&parentSessionId=Gowzre0kJzQAGeA4vPz4VUhF%2Bk4du3WH9%2FBnU51R17M%3D&pq-origsite=primo>

Mäkinen, S. 2019. Innovaation käyttöönotto ja asiakassegmentit. Teknologia- ja innovaatiojohtaminen kurssi Tampereen yliopisto. Opintomateriaali kurssilla.

Nyholm, J. 2019. Tampere haltuun kaupunki-infonäytöillä. Smart Tampere kehitysohjelman verkkosivu. Viitattu 10.8.2022 <https://smarttampere.fi/tampere-haltuun-infonaytoilla/>

Peltoniemi, J. 2021. Solita selvitti dataohjautuvan liikenteenhallinnan tulevaisuutta. Solitan verkkosivusto. Viitattu 26.4.2022 <https://www.solita.fi/solita-selvitti-dataohjautuvan-liikenteenhallinnan-tulevaisuutta/>

Pettit, C.J., Leao, S.Z., Lock, O., Ng, M. & Reades, J. 2022, Big Data: The Engine to Future Cities—A Reflective Case Study in Urban Transport, Sustainability, vol. 14, no. 3, pp. 1727. Kohteesta <https://www.proquest.com/comps-cijour/docview/2627845878/fulltextPDF/DE6F6C0AAB7343C1PQ/1?accountid=14242>

Pirkanmaan liitto. 2022. Pirkanmaan digitaalinen kompassi. Pirkanmaan liiton verkkosivu. Viitattu 10.8.2022 <https://www.pirkanmaa.fi/pirkanmaan-digitaalinen-kompassi/>

Ramboll. 2021. Rambollin lehdistötiedote 23.6.2021. Ramboll verkkosivusto. Viitattu 16.8.2022. <https://fi.ramboll.com/Media/rfi/vaasassa-liikenteen-paastot-kuriin-datan-avulla>

Ramos, J. 2022. Metaverse and smart cities: potential or vaporware? Tomorrow.City verkkosivusto. 26.7.2022. Viitattu 18.8.2022. https://tomorrow.city/a/what-is-metaverse-how-is-it-applied-smart-cities?utm_source=owned-mautic&utm_medium=email&utm_campaign=60potw170822

Ranta, E. 2022. Kohti Suomen digitaalista kaksosta. Maanmittauslaitoksen verkkosivusto. Viitattu 19.8.2022. <https://www.maanmittauslaitos.fi/tietoa-maanmittauslaitoksesta/organisaatio/lehdet-ja-julkaisut/positio/kohti-suomen-digitaalista-kaksosta>

Savage, A. 2020. How China Cloned Shanghai. The B1M verkkosivusto 26.8.2020. Viitattu 17.8.2022. <https://www.theb1m.com/video/how-china-cloned-shanghai>

Sitowise. 2022. Digitaaliset kaksoset avaavat uuden maailman kaupunkisuunnitteluunviite. 17.2.2021. Sitowise verkkosivusto. Viitattu 17.8.2022. <https://www.sitowise.com/fi/uutiset/digitaaliset-kaksoset-avaavat-uuden-maailman-kaupunkisuunnitteluun>

Smart Tampere. 2022. Smart Tampereesta. Smart Tampere kehitysohjelman verkkosivu. Viitattu 10.8.2022 <https://smart tampere.fi/smart-tampereesta/>

Stenroos, P. 2020. Kaupunkisovellus Tampere.Finland opastaa, innostaa ja auttaa vertailemaan liikkumisen hiilijalanjalkia. Smart Tampere kehitysohjelman verkkosivu. Viitattu 10.8.2022 <https://smart tampere.fi/kaupunkisovellus-tampere-finland-opastaa-innostaa-ja-auttaa-vertailemaan-liikkumisen-hiilijalanjalkia/>

Stenroos, P. 2022a. Hervannan testialueen HD-kartta on valmiina käyttöön. Tampere testbed verkkosivusto. 24.2.2022. Viitattu 17.8. <https:// tampere-testbed.fi/hervannan-testialueen-hd-kartta-on-valmiina-kayttoon/>

Stenroos, P. 2022b. CityIoT 2 – miten data saadaan päätöksenteon tueksi?. Business Tampereen verkkosivusto 27.6.2022. Viitattu 17.8.2022. <https://business tampere.com/fi/cityiot-2-miten-data-saadtaan-paatoksenteon-tueksi/>

SUMP, Kestävän kaupunkiliikkumisen suunnitelma 2021, Tampereen kaupunki, Hyväksytty kaupunginhallituksessa 3.5.2021, Viitattu 31.3.2022, chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.tampere.fi/sites/default/files/2022-05/SUMP_raportti_hyv%C3%A4ksytty_final.pdf

Tampereen kaupungin dataportaali. 2022a. Avointa dataa Tampereen seudulta. Tampereen kaupungin dataportaali verkkosivu. Viitattu 10.8.2022 <https://data.tampere.fi/fi/>

Tampereen kaupungin dataportaali. 2022b. Tampereen kaupungin unity 3d kaupunkimalli. Tampereen kaupungin dataportaali verkkosivu. Viitattu 10.8.2022 <https://data.tampere.fi/data/fi/dataset/tampereen-kaupungin-unity-3d-kaupunkimalli>

Tampereen kaupunginhallituksen ote pöytäkirjasta. 28.3.2022. Tampereen kaupungin verkkosivusto. Viitattu 31.3.2022. [https:// tampere.cloudnc.fi/fi-FI/Toimielimet/Kaupunginhallitus/Kokous_2832022/Alykaupunki_kaupunkilaisille_kehitysohje\(253364\)](https:// tampere.cloudnc.fi/fi-FI/Toimielimet/Kaupunginhallitus/Kokous_2832022/Alykaupunki_kaupunkilaisille_kehitysohje(253364))

Tampereen kaupunki. 18.1.2021. Tampereen kaupungin verkkosivusto. Viitattu 16.8.2022 <https://www.tampere.fi/ajankohtaista/2021/01/18/kaupungin-iot-jarjestelman-ja-ulkovalaistuksen-ohjauksen-toimittajaksi>

Tampere Testbed. 2022. Hervannan testialueen ensimmäinen robottiautokokeilu sai kaupunkilaisilta hyvän vastaanoton. Tampere testbed verkkosivusto 7.4.2022. Viitattu 17.8.2022. <https:// tampere-testbed.fi/kokemuksia-hervannan-testialueen-ensimmaisesta-robottiautokokeilusta-kaupunkilaisille/>

Torkkel, S. 2020. Kunnan asiointipalveludata tiedolla johtamisen välineenä. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Kirjasto- ja tietopalveluala. Opinnäytetyö. Viitattu 19.8.2022. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/335920/Torkkel_Stiina.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Traficom tilaisuus 2022. Paneeli 5G:n etenemisestä ja aikataulusta ja tulevaisuudesta. 5G Momentum -verkostoitumistilaisuus, 5G Suomessa nyt ja tulevaisuudessa. 8.9.2022. Helsinki. <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/tilaisuudet/5g-momentum-verkostoitumistilaisuus-892022-5g-suomessa-nyt-ja>

Valkama, S., 2022. Ajantasainen liikkumistieto on avainasemassa päästöhaasteiden ratkaisemisessa. ITS Finland verkkosivu. Viitattu 10.8.2022. <https://its-finland.fi/ajantasainen-liikkumistieto-on-avainasemassa-paastohaasteiden-ratkaisemisessa/>

Valtioneuvoston tiedote. 27.10.2021. Ministeriryhmä linjasi Suomen digikompassista – tavoitteena olla EU-maille suunnannäyttäjä. Valtioneuvoston verkkosivu. Viitattu 31.3.2022. <https://valtioneuvosto.fi/-/10623/ministeriryhma-linjasi-suomen-digikompassista>

Vilhula, A., 2021. Ihmisten liikkumiskäyttäytymistä voi muuttaa datan avulla. ITS Finland verkkosivu. Viitattu 10.8.2022. <https://its-finland.fi/ihmisten-liikkumiskayttaytymista-voi-muuttaa-datan-avulla/>

Viitanen, J., Eskola, A. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2022:26. Kilpailuetua alustoista. Horisontissa digitaalisen alusta- ja datatalouden vahvistuva symbioosi, 2022. Viitattu 31.3.2022. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163946>

Wapice. 2021. IoT alusta tukee ja parantaa asukaskokemusta. Wapicen verkkosivusto. Viitattu 16.8.2022. <https://www.wapice.com/fi/asiakkaat/iot-alusta-tukee-p%C3%A4%C3%A4tt%C3%A4ji%C3%A4-ja-parantaa-asukaskokemusta>

Weir-McCall, D. 2020. 51World creates digital twin of the entire city of Shanghai. Unreal Engine verkkosivusto 15.9.2020. Viitattu 17.8.2020. <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/51world-creates-digital-twin-of-the-entire-city-of-shanghai>

Wikipedia. 2022. Digitaalinen kaksonen. Wikipedia verkkosivusto. Viitattu 19.8.2022 https://fi.wikipedia.org/wiki/Digitaalinen_kaksonen

Wray, S., 2022. Why London is pivoting its data approach. Cities Today verkkosivu. Viitattu 8.8.2022 https://cities-today.com/why-london-is-pivoting-its-data-approach/?utm_source=cities-today&utm_medium=newsletter&utm_campaign=220708

Wray, S. 2023. These cities want in on the metaverse. Cities Today verkkosivusto 16.3.2023. Viitattu 4.4.2023. https://cities-today.com/these-cities-want-in-on-the-metaverse/?utm_source=cities-today&utm_medium=newsletter&utm_campaign=230324

HAASTATTELUT

Leinonen, T., Ohjelmapäällikkö, Hiilineutraaleja tekoja, Tampereen kaupunki.
Haastattelu 5.9.2022.

Valkama, K., Digitaalisen Transformaation kehitysjohtaja, Business Tampere.
Haastattelu 1.9.2022.

Valkama, O., Ohjelmapäällikkö, Älykaupunki kaupunkilaisille kehitysohjelma,
Tampereen kaupunki. Haastattelu 30.8.2022.