

Kristiina Kronholm

**DIGITALISAATION VAIKUTUKSET
KAUPUNKISUUNNITTELUSSA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2018

TIIVISTELMÄ

Kronholm, Kristiina Eva Amanda

Kandidaatintutkielma, Kaupunkisuunnittelun digitalisaatio

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, Informaatioteknologinen tiedekunta, 2018, 32s

Tietojärjestelmätiede, Kandidaatintutkielma

Ohjaaja: Clements, Kati

Tämä kandidaatintutkielma on tutkimus digitalisaation vaikutuksesta kaupunkisuunnitteluun. Tutkimus on tehty kirjallisuuskatsauksena, jossa tarkastellaan ensin digitalisaatiota terminologisesti ja ilmiötasolla. Digitalisaatio on käsitteenä vielä suhteellisen uusi ja vakiintumaton, joten siitä on pyritty eri lähteiden ja kontekstien avulla saamaan kattava kuva ja käsitys informaatioteknologisena tekijänä ja ilmiönä. Digitalisaatio liittyy käsillä olevaan valtavaan tiedon määrän kasvuun, jota on vaikea jäsentää ja analysoida. Tätä tietoa voidaan kutsua massadataksi. Kaupunkisuunnittelu puolestaan on yhteiskunnallisesti säännelty ja tarkasteltu tekijä, joka on kaupunkien kehitystä määräävä ja kontrolloiva tekijä. Kaupunkisuunnittelu ottaa huomioon kaikki kaupungin asukkaat, sekä palvelut, joita puolestaan tuottavat esimerkiksi yritykset. Näille kohderyhmille on tarkoitus luoda optimaalisin ympäristö toimia ja kehittyä turvallisesti.

Näiden kahden kokonaisuus voidaan yhdistää kaupunkisuunnittelun digitalisaation käsitteeksi, joka merkitsee digitaalisuutta hyödyntävän teknologian avulla tehtävää suunnittelua kaupungin alueella. Tämä tutkimus tarkastelee tämän käsitteen lähtökohtia ja tulevaisuutta. Tutkimus on toteutettu kirjallisuuskatsauksella keräämällä aineistoa tietojärjestelmätieteelle relevanteista julkaisuista. Teknologia on ihmisyhteisöjen pitkään hyödyntämä väline saavuttaa parempi elintaso ja hyvinvointi, kehittämällä apuvälineitä robotiikan ja automatisaation avulla. Digitalisaation tuomat teknologiset välineet, kuten esineiden internet, tekoäly, massadata, robotisaatio, paikannus- ja valvontateknologiat, sekä sosiaalinen media hyödyttävät kaupunkisuunnittelun kohteita, kuten liikennettä, palveluita ja liiketoimintaa, terveydenhuolto, hallinto, talous ja teollisuus, sekä infrastruktuuri.

Tutkimus hyödyttää kaupunkisuunnittelusta kiinnostuneita kansalaisia, yhteisöjä, kaupunkeja ja erilaisia palveluntarjoajia, jotka toimivat älykkään kaupunkikokonaisuuden yhteydessä. Lisäksi tutkimus pyrkii nivoutumaan osaksi tietojärjestelmätieteen kokonaisuutta, tuottaen relevanttia ja oleellista informaatioteknologista tietoa. Tutkimus valaisee digitalisaation kohteita erinäisten oleellisten teknologioiden kautta, joiden avulla digitalisaation vaikutus kaupunkisuunnittelussa selkiytyy.

Asiasanat: Digitalisaatio, kaupunkisuunnittelu, älykaupunki, teknologisoituminen, massadata

ABSTRACT

Kronholm, Kristiina Eva Amanda

Digitalization in city planning

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2018, p. 32

Major subject, type of the publication: Information Systems, Bachelor's Thesis

Supervisor: Clements, Kati

This is a bachelor's thesis which is a research on the impact of digitalization (or digitization) to urban planning. The research is methodized by searching literal sources which present digitalization as a phenomenon and terminologically. As a term, digitalization is learned relatively new and unestablished. This thesis aims to present the term in a light of multiple sources and contexts to give a wide and inclusive frame as a field of society and information technology. Digitalization has an impact of current occasion of rapid and massive increasing of data what is a difficult subject to analyze or organize. This data could be named as "big data".

Urban planning is regularized and observed crucial factor, that has an impact on development of cities as a supervisor and legally determining factor. Urban planning takes account on all the residents and services that are brought from egg. different companies. These objects are meant to be served a city that has the most optimally and safely environment to function and develop. The unity of these two terms can be combined as a term called: digitalization in urban planning. This stands for a technologically performed planning in an urban area. This research gives a view through this term's offset and future who have a meaning of observing technology as a part of the development of society and the field of information system science in a context of city. This review has been proceeded by observing sources from relevant publishers of the field of information technology.

Technology is an advanced tool of human communities to reach a better standard of living and well-being. For example, by developing tools that help through robots or adjustments. Urban planning could be observed through different literal sources that present it as a theme of development and starting point but also as a term that will invariably change and evaluate and has an impact from digitalization. The tools and technologies of digitalization are GPS-technology, IoT, AI, Robotization, sensors and social media. These aspects affect to targets of urban planning which are traffic, services, health care, governance, industry, security and infrastructure. The digitalized urban planning can be seen as technologized cities, so called "smart cities". This research benefits the citizen, communities, urban areas ja different service providers. As an academic resource this thesis is aiming to become a part of the unity of Information System science by adding it's value and providing relevant and specific academic knowledge. The paper enlightens the effects through the targets and technologies by presenting the impacts and values given by the digitalization.

Keywords: Digitalization, urban planning, smart city, technology, big data

KUVIOT

Kuva 1 Kuvaus kaupunkisuunnittelun dynamiikasta, Thakuriah (2015).....	16
Kuva 2 Kaupunkisuunnittelun kehittämisen aspektit ja kehittämiskohteet 2000-luvulla alussa (Yovanov & Hazapis, 2009)	18

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Vaikutukset perustuvat Helsingin kaupungin maankäyttösuunnitelmaan (2015), sekä Yovanovin ja Hazapisin (2009) tekemään jaointeluun.	20
---	----

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
KUVIOT	5
TAULUKOT	5
SISÄLLYS.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 DIGITALISAATIO	10
2.1 Digitalisaation määritelmä	10
2.2 Digitalisaation merkitys.....	11
3 KAUPUNKISUUNNITTELU	14
3.1 Kaupunkisuunnittelun määritelmä ja merkitys.....	14
3.2 Kaupunkisuunnittelun kehitys.....	16
4 DIGITALISAATION VAIKUTUKSET KAUPUNKISUUNNITTELUSSA .	20
4.1 Liikenne.....	21
4.2 Palvelut ja liiketoiminta	22
4.3 Terveystenhoito.....	22
4.4 Hallinto.....	23
4.5 Talous ja teollisuus	24
4.6 Turvallisuus	25
4.7 Infrastruktuuri.....	25
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	27
LÄHTEET.....	30

1 JOHDANTO

Digitaalisen tiedon merkitys on (Webster, 2013) yhteiskunnassa kokenut vuosien saatossa merkittäviä muutoksia ja sen kasvavaa merkityksellisyyttä ja potentiaalia ei ole mahdollista kiistää. Rabaria ja Storperia (2015) mukailleen digitalisaation merkitys on valtaisan kasvussa kaupunkimiljöön tekijänä. Kaupunkia voidaan tarkkailla ja suunnitella digitaalisesti toimivien teknologisten laitteiden avulla. Tämän kandidaatintutkielman tavoitteena on tuoda uusi näkökulma tietojärjestelmätieteen tutkimuskenttään. Tämä merkitsee digitalisaation ja kaupunkisuunnittelun yhdistämistä käsitteeksi, eli kaupunkisuunnittelun digitalisaatioksi, joka on havaittavissa ilmiönä esimerkiksi ”Helsingin kaupungin maankäyttösuunnitelmassa 2050” (2015).

Käsitettä tarkastellaan kirjallisten lähteiden avulla niin valtiollisen sääntelyn aikaansaamina velvoitteina (Valtiovarainministeriö, 2017), kuin osana laajaa yhteiskunnallista aspektia, esimerkiksi Hilbertin ja Lopezin (2011) esittämän jäsentämättömän datan määrän lisääntymisen vaikutuksista. Tämä tutkimus pyrkii vastaamaan yhteiskunnalliseen tarpeeseen tarkastella kaupunkisuunnittelua ja teknologiaa täsmentäen sen potentiaalia esimerkiksi koneoppimisen ja automatisaation saralla (Valter yms, 2017). Tutkielma on jaettu kahteen oleelliseen käsitteeseen, digitalisaation ja kaupunkisuunnitteluun, jonka jälkeen esitetään tutkielman keskeisimmät tulokset ja trendit, joita kaupunkisuunnittelun digitalisaatio noudattaa. Kaupunkisuunnittelun digitalisaatio on yhdistetty termi, jossa tarkastellaan digitalisaatiota kaupunkisuunnittelun tekijänä. Tutkielmassa korostetaan teknologista näkökulmaa osana yhteiskunnallisesti merkittävää digitalisoitumisen ilmiötä, joka (Winden yms. 2017) tulee saamaan ennenäkemättömiä mittasuhteita. Kaupunkisuunnittelu tulee mullistumaan uusien teknologioiden (Rabari & Storper, 2015) myötä sosiaalisella, poliittisella sekä taloudellisella alueella.

Tutkielma toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Tutkielman lähteitä kerättiin käyttäen hakusanoja ”digitalization on urban environment”, ”technologization cities”, ”smart city”, sekä ”city planning”, ”urban analytics”, ”urban planning” ja edellisten yhdistelmiä. Lähteistöä haettiin sähköisistä tietokannoista, joita olivat Google Scholar, IEEE,

sekä useat informaatioteknologian tieteen näkökulmasta korkealla tasolla (taso 2 ja 3) olevat julkaisut, kuten Springer Science tai European Journal of Information systems. Julkaisujen tasokkuutta tarkasteltiin julkaisufoorumin julkaisuja arvioivalla hakukoneella. Tutkielmassa hyödynnettiin myös ei-akateemisia lähteitä, kuten erinäisten digitalisaatiohankkeiden loppuraportteja, hallituksen esityksiä, sekä komiteamietintöjä ja lakeja. Tämän lisäksi tutkielmassa on perehdytty erinäisiin konferenssitöihin, sekä muihin lähteisiin joiden kattavana teemana on ollut digitalisaation täsmentäminen osana yhteiskunnallista keskustelua ja kaupungin kehitystä. Tutkielman lähteissä on käytetty mahdollisuuksien mukaan myös laatukriteerien ohella ajallisesti tuoreimpia lähteitä, mutta tästä on poikettu joiltain osin, jotta tutkielman ajallinen ulottuvuus ja käsitteiden skaalautuvuus olisi verrattavissa myös menneisyyteen, ja se saavuttaisi järkevän verrattavissa olevan kokonaisuuden. Tutkielmaan valittuja ja tarkasteltuja lähteitä on määrällisesti 47 kappaletta.

Tutkielman tavoite kiteytyy tutkimuskysymyksenä:

Mitkä ovat digitalisaation vaikutukset kaupunkisuunnittelussa?

Kaupunkisuunnittelua tarkasteltiin yhteiskuntaa muovaavasta teknologisesta näkökulmasta kaupunkien kasvavia tarpeita täydentävänä ja edesauttavana ilmiötä (Hammoudeh & Arioua, 2018), sekä eriteltiin sen tulevaisuudessa merkittävät kohteet. Näitä kohteita ovat muun muassa liikenteen muutokset (Baccaglini yms. 2016) joukkoliikenteen merkityksen kasvussa ja hallitsemisessa (Khan & yms. 2016), sekä yksityisautoilun sähköistämässä ja automatisoinnissa.

Aspekti tekoälyn ja prosessien sähköistämisen lisääntymisessä on kaupunkisuunnittelulle elinvoimainen ja oleellinen tekijä, ja kaupungeista voidaan puhua yhä etenevässä määrin älykkäinä urbaaneina keskuksina (Caragliu yms. 2011). Teknologia esimerkiksi Saariluoman yms. (2010) tarkastelemana on väline, jolla maantieteellisesti voidaan lisätä yksilön kuuluvuutta johonkin paikkaan. Teknologian välttämättömyys siis myös kaupunkisuunnittelussa on selkeä yhteiskunnallinen trendi, jota tutkielma pyrkii avaamaan. Kaupunkisuunnittelussa teknologia ja digitaalisuus on väline, jota esimerkiksi Jaskari (2016) yksilöi 3D- suunnittelun avulla esimerkinomaisesti tapahtuvaksi suunnitteluksi. Tällöin teknologian monimuotoisuutta ja helppokäyttöisyyttä voidaan hyödyntää tehokkaasti. Tutkielma pyrkii vastaamaan vielä akateemisesti hieman täsmentymättömään digitalisaation määritelmään informaatioteknologisessa kontekstissa, mutta kuitenkin EU-maiden hyvinvointia edistävänä tekijänä ("Urban Agenda for the EU", 2017).

Lisäksi tutkielma tarkastelee lainsäädännöllistä aspektia muun muassa hallituksen esityksessä (HE:59/2016) ilmenevien termien avustuksella. Tutkielman perimmäinen teoreettinen pyrkimys on lisätä tietojärjestelmätieteen tuottaman tieteen tarkastelua kaupunkisuunnittelussa, digitalisaation vaikutusten myötä. Tutkielma yhdistelee erilaisia käsitteitä ja näkökulmia, tuottaen yhteenvetomaisen tuloksen kaupunkisuunnittelun keskeisistä osa-alueista. Helsingin ja Jyväskylän kaupungin suunnitelmia, joissa digitalisaatio

ilmenee, pyritään avaamaan ja perustelevaan näin digitalisaation ja kaupunkisuunnittelun yhteenkuuluvuutta selkeänä trendinä. Tutkielma pyrkii myös vastaamaan käytännölliseen tarpeeseen kaupunkisuunnittelussa. Tällöin tutkielmaa voivat hyödyntää kaikki digitaalisesta kaupunkisuunnittelusta kiinnostuneet tahot, kuten kuntapäätäjät, kansalaiset, palvelun tarjoajat tai muuta tahot, jotka ovat kiinnostuneita digitalisaation vaikutuksista kaupunkisuunnittelussa. Digitalisaation kiistämätön vaikutus kaikissa kaupunkisuunnittelun kohteissa ilmenee tämän tutkielman perusteella alati jatkuvaksi trendiksi, jota ei voida erottaa järkevästä kaupunkisuunnittelusta.

2 DIGITALISAATIO

2.1 Digitalisaation määritelmä

Digitalisaation (engl. digitization, digitalization) täsmällinen määritelmä tutkielman kirjoitushetkellä on Oxfordin sanakirjaa (2017) mukaillen seuraava:

”tekstin, kuvien tai äänen muuntaminen digitaaliseen muotoon, jota voidaan käsitellä tietokoneella” (Oxfordin sanakirja, 2017)

Digitalisaatio voidaan määritellä täsmällisemmin myös Rousen (2017) mukaan informaation muuntamiseksi sähköiseen muotoon. Digitalisoitu informaatio on helposti löydettävää, käsiteltävää ja muokattavaa, sekä eteenpäin jaettavaa. Toisaalta digitalisaatio on myös Gartnerin (2016) mukaan digitaalisten teknologioiden hyödyntämistä, joiden avulla voidaan luoda lisäarvoa liiketoimintamalleille ja tarjota jotain uudenveroista erinäisiin teknologisiin prosesseihin. Digitalisaatio tuottaa aina jotain lisäarvoa kohteelleen. Digitalisaatio määritellään myös IGI:n globaalin sanakirjan (2018) mukaan ensinnäkin integroiduiksi teknologioiksi, joilla on jokapäiväisessä elämässä jokin merkitys, joka voidaan digitalisoida, liiketoimintamalleissa käytettäviä digitaalisia teknologioita, kolmanneksi digitalisaation hyödyntämistä tietojärjestelmissä, joiden avulla voidaan hallita esimerkiksi työpaikkoja, neljänneksi prosessia, jonka aikana informaatiota voidaan muokata digitaaliseen muotoon, sekä viimeisenä käsittelemättömän datan muokkaamista ihmiselle luettavaan muotoon. (Gartner, 2016, Rouse, 2017, IGI, 2018).

Digitalisaation merkitys viime vuosina on korostunut erityisesti yhteiskunnallisella tasolla. Esimerkiksi Suomen lainsäädännöllisestä näkökulmasta, hallituksen esityksessä (59/2016), digitalisaatiota käsitellään seuraavasti:

”Hallitusohjelman mukaan julkiset palvelut rakennetaan käyttäjälähtöisiksi ja ensisijaisesti digitaalisiksi, jotta julkisen talouden kannalta välttämätön tuottavuusloikka onnistuu. Kehittämisessä priorisoidaan palvelut, joissa tuottavuushyöty on suurin. Digitalisaatio on hallituksen strategian läpileikkaava teema. (HE: 59/2016).

Digitalisaatio esiintyy myös terminä ja ilmiönä Euroopan Unionin tasolla, esimerkiksi Euroopan komission ("Urban Agenda for the EU", 2017) antamissa suosituksissa ja säännöksissä. Tavoitteena on edesauttaa digitaalisten teknologioiden hyödyntämistä, jolloin erityisesti kaupunkien välinen yhteistyö korostuu digitalisaation kehityksessä.

"Euroopan komission digitalisaatiotavoite muodostuu Eurooppa 2020-strategiasta, joka asettaa tavoitteet kasvulle. Digitalisaatio on yksi keskeisimmistä työkaluista lisätä Euroopan Unionin talouskasvua. Tavoitteena on luoda yksinkertainen, kaupallinen kanava parantaa älykästä, kestäväää ja tasapuolista kehitystä Euroopan Unionin talousalueella." ("Urban Agenda for the EU", 2017).

2.2 Digitalisaation merkitys

Digitalisaation merkittävä ominaisuus on sen kaksisuuntaisuus, joka voidaan todeta sen läpileikkaavuudesta jokaisessa yhteiskunnallisessa osa-alueessa, kuten edellä mainitussa laissa. 2000-luvun alussa tutkitusta näkökulmasta organisaatiot (kaupungit) voivat Dellarcasia (2003) ja van Dijkia (2006) mukaillen tavoittaa yleisönsä halvalla ja ennätysajassa. Toisaalta taas yksilöt voivat tuoda mielipiteensä, reaktionsa ja ajatuksensa erittäin helposti saataville. Digitalisaatiossa kysymys on internetin välityksellä tapahtuvasta tiedon välittämisestä, keräämisestä ja koostamisesta. Tämä tapahtuu kuitenkin matalin taloudellisin kustannuksin, jolloin voidaan saada täsmällistä ja nopeaa tietoa yleisestä mielipiteestä. Digitalisaation merkitys yhteisöjä yhdistävänä tekijänä, joka muuttaa perustavanlaatuisesti yhteiskuntaan on erittäin voimakas ja tulevaisuudessa korostuva seikka. Erilaisten sidosryhmien on helppoa kommunikoida keskenään ja tiedon liikkuvuus 2000-luvulla on nopeampaa kuin koskaan aikaisemmin. (Dellarcas, 2003, van Dijk, 2006).

Toisaalta digitalisaation käsitettä voidaan tarkastella myös valtiotasolla Suomessa yhteiskunnallisena vaikuttavana tekijänä, ilmeten esimerkiksi Kansallisen Palveluarkkitehtuuri-mallista (2017). Kansallinen palveluarkkitehtuuri luo yhteen toimivan digitaalisten palvelujen infrastruktuurin, jonka avulla toteutetaan tiedonsiirto organisaatioiden ja palvelujen välillä. Ohjelmassa luodaan kansallinen palveluväylä (tiedon välityskerros) kansalaisten, yritysten ja viranomaisten tarvitsemat yhteiset palvelunäkymät, uusi kansallinen sähköinen tunnistusratkaisu sekä kansalliset ratkaisut organisaatioiden ja luonnollisten henkilöiden roolien ja valtuutusten hallintaan. Digitalisaatio mahdollistajana päätöksenteossa, sekä yhteiskunnallisen vaikuttamisen joustavuutta lisäävänä tekijänä ilmenee näin. Erityisen merkittävää on sen erikseen nimeäminen ja huomiointi kasvavana trendinä. ("Kansallisen palveluarkkitehtuurin toteuttamisohjelma", 2017)

Digitalisaation merkityksellisyys koskee erilaisten teknologisten innovaatioiden avulla tapahtuvaa tiedonkeruuta edellä käsitellyn tiedon välittämisen lisäksi. Websterin (2013), sekä Thakuriahin (2015) ajatuksia mukaillen informaatioteknologian valloittamassa yhteiskunnassa on mahdollista kerätä ja jäsentää tietoa hyvin erinäisistä yhteiskunnan osa-alueista. Tällöin merkittävä digitalisaation rinnakkainen termi, massadata (engl. Big Data) esiintyy väistämättä syntyvänä oheisilmiönä. Digitalisaatio sähköistää prosesseja ja mahdollistaa moniulotteisen ja helposti tallennettavan tilastoinnin suorittamisen. Lisäksi Goldman Sachs'n raportin (2014) mukaan digitaalisesti toisiinsa yhteydessä olevan laitteiston määrä tulee olemaan vuonna 2020 arviolta 28 miljardia kappaletta.

Webster kiteyttää sosiologian valtavirtateorioiden pohjalta päätelmiä yhteiskunnallisesta muutoksesta, kohdatessa merkittävä yhteiskunnallisia rakenteita muokkaava ilmiötä. Voidaan puhua siis uudesta aikakaudesta. Tämä ilmiö toimii mahdollistajana erinäiselle hyvinvoinnille ja teknologian hyödyntämiselle, jonka avulla voidaan saada aikaan merkittävää yhteiskunnallista tasa-arvoa ja edistystä. Teknologisuuden vaikutus ensin talouteen, kuten sen resurssien joustavuuden parantamiseen, sitten ammatilliseen rakenteeseen, avaruudelliseen käsitykseen ympäristö, ja tämän jälkeen viimeiseksi kulttuuriin on kiistaton kehityskaari, jota digitalisaatio vallankumouksellisesti muuttaa. Digitalisaatio voidaan ajoittaa myöhäiseen 1970-lukuun, jolloin merkittävimmät matemaattiset ja teknologiset innovaatiot syntyivät mahdollistaen nykypäivänä vallitsevan käsityksen tiedosta ja sen käsittelystä. Teknologisten innovaatioiden voidaan katsoa toisaalta Websterin mukaan tapahtuneen kolmessa erinäisessä aallossa, joista viimeisessä, käsillä olevassa informaatioyhteiskunnan synnyssä digitalisaatio näyttäytyy merkittävässä roolissa. Merkittävä tunnuspiirre digitalisaatiolle on sen valtava muutosnopeus, niin tiedon tuottamisen, kuin sen käsittelemisen näkökulmista. Teknologia on ennen kaikkea tällöin väline, jonka avulla voidaan edesauttaa yksilön yhteenkuuluvuutta ympäristönsä kanssa. (Jankowski, Covello, Bellini, Ritchie, & Costa, 2014, Laine, Saarinen, Moilanen, & Käsäkangas, 2015, Thakuriah, 2015, Webster, 2013).

Digitalisaation merkitys tietojärjestelmiin on Hilbertin ja Lopezin (2011) mukaan kiistaton. Vaikuttavuutta voidaan tarkastella myöskin Valterin, Lindgrenin ja Prasadin (2017) tekemän tekoälytutkimuksen kannalta, joka on digitalisaation ilmenemä. Teknologinen kapasiteetti kerätä ja käsitellä tietoa, sekä kommunikoida sen tiimoilta on kasvanut räjähdysmäisesti vuosi vuodelta. Esimerkiksi vuosittainen kasvu 1990-luvulta 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen lopulle tapahtui suunnilleen 58% vuosivauhtia. Tämä merkitsee, että esimerkiksi kapasiteetti varastoida tietoa vuonna 2007 oli noin 2.9×10^{20} bittiä informaatiota. Käsitys digitalisaation valtavasta merkityksestä ilmenee kuitenkin siinä, että esimerkiksi vuonna 2018 datan määrän arviota on haasteellista hahmottaa ja mahdotonta täsmällisesti kuvata sen jatkuvan räjähdysmäisen lisääntymisen takia. Tekoälyn voidaan sanoa vaikuttavan erityisesti liiketoimintamallien kehitykseen ketteröittäen ja nopeuttaen niitä,

jolloin tiedon käsittely, sen tietoturvallisuus ja saatavuus paranee. Tekoälyssä nähdään potentiaali oppia käsittelemään suuria tietomassoja järkevämmin. Kuitenkin esimerkiksi McKinseyn globaalin raportin (2011) voidaan kiteyttää massadatan kasvavan räjähdysmäisesti, ja käsiteltävät luvut bittien määrästä liikkuvat triljoonissa. Tämä merkitsee valtavaa kokonaisuutta, jonka käsitteleminen edellyttää pitkälle kehittyneitä monimuotoisia prosesseja. (Hilbert & López, 2011, "McKinsey Global Institute", 2011, Valtter, Lindgren, & Prasad, 2017).

3 KAUPUNKISUUNNITTELU

3.1 Kaupunkisuunnittelun määritelmä ja merkitys

Kaupunkisuunnittelu (engl. urban planning) on ollut tärkeä teema suunniteltaessa toimivaa ja ehyttä kokonaisuutta tarjota hyvää elämänlaatua sen asukkaille (Voogd, 1982). Kaupunkisuunnittelussa tulee ottaa huomioon kestävät toimintamallit, sekä järkevä taloudellinen ja poliittinen päätöksenteko, jonka avulla urbaani alue voi kukoistaa ja saavuttaa optimaalisen kasvualustan uusille teknologisille innovaatioille (Hammoudeh & Arioua, 2018). Kaupunkisuunnittelu kokee jatkuvaa muutosta toimintatavoissaan (Horelli, 2013), jolloin tavoitteena on oppia erehdyksistä, mutta luoda yhäti uusia elämänlaatua parantavia innovaatioita. (Hammoudeh & Arioua, 2018, Horelli, Jarenko, Kuoppa, Saad-Sulonen, & Wallin, 2013, Voogd, 1982).

Jo aikaisemmin mainitussa Suomen kansallistasoisessa hallituksen esityksessä hallinnon yhteisestä sähköisen asioinnin tukipalvelusta (HE: 59/2016) sekä sittemmin laiksi voimaan astuneesta hallinnon yhteisen sähköisen asioinnin tukipalvelusta, voidaan Valtiovarainministeriön parlamentaarisen työryhmän väliraportissa ("Tulevaisuuden kunnan skenaariot ja visot 2030", 2017) ohella johtaa selkeä kokonaiskuva kaupunkisuunnittelun ja digitalisaation välillä. Näissä lähteissä luodaan perusta kaupunkisuunnittelun digitalisaation hyödyntämiselle ja sen rajoille. Valtiovarainministeriön raportti linjaa digitalisaation "tietoyhteiskuntakehityksen uudeksi vaiheeksi, jossa tehdään valtavia teknologisia harppauksia eri tieteenaloilla. Lainsäädännöllisesti määriteltyjä velvoitteita kunnille asetetaan silmällä pitäen digitalisaation vielä vakiintumatonta roolia yhteiskunnallisten palveluiden ja toiminnan kehittäjänä. Kuntien mahdollisuus toimia erilaisissa toimintaympäristöissä joustavasti, kuntalaisten toiveita kuunnellen tehdään lainsäädännöllisesti mahdolliseksi. Digitalisaatio nähdään megamuutoksena, keskeisenä vaikuttavan muutosvoimana, mihin on alueellisesti reagoitava uudistamalla toimintatapoja ja lainsäädäntöä aktiivisesti. Digitalisaatio nähdään tasa-arvoistavana, tietojärjestelmiä sähköistävänä tekijänä. Ongelmakohtana nähdään tietoturvallisuuden merkitys ajateltaessa henkilötietojen käsittelyä ja niiden

turvallisuutta. (HE: 59/2016,” 2016, “Tulevaisuuden kunnan skenaariot ja visot 2030”, 2015).

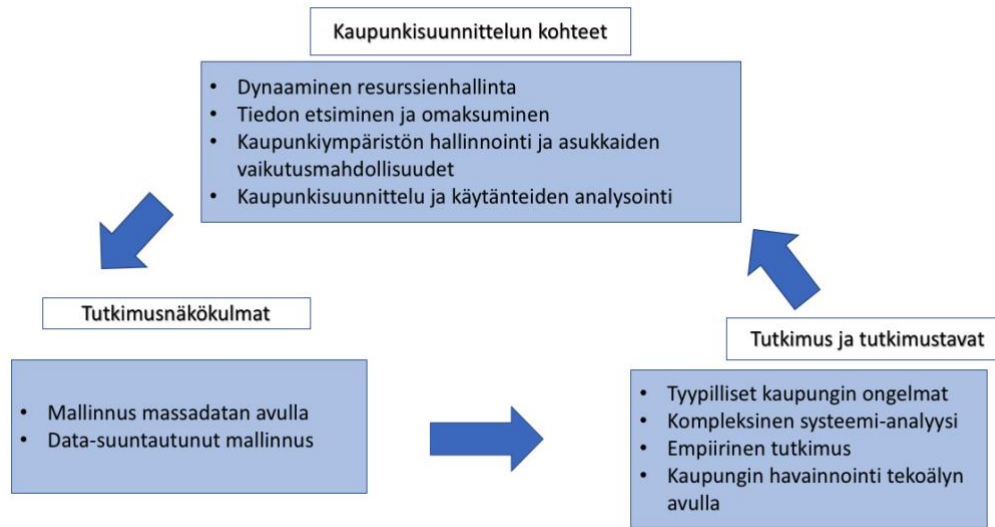
Foth ym. (2011) ilmaisevat kaupunkisuunnittelun teknologisuuden jakautuvan yhteiskunnallisella tasolla digitaaliseen teknologiaan, rakennusten kompleksisuuteen, informaatio- ja viestintäteknologiaan sekä ihmisten verkostoihin. Kaupunkisuunnittelun näkökulmasta täsmällinen kaupungin informatiikan teknologian määritelmä kuvataan sen

”... opiskeluksi, suunnitteluksi ja käytänteiksi, jotka määrittävät urbaanisuuden eri konteksteissaan, jotka puolestaan luovat uusia reaaliaikaisia, ubiikkeja teknologisia mahdollisuuksia, sekä fyysisen ja psyykkisten kerrosten yhteen nivoutumista infrastruktuurin ja ihmisten verkostojen välillä”

Trendeinä urbaani informaatioteknologia käsittelee digitalisaatiota päätöksentekoa helpottavana erilaisissa varioivissa tilanteissa toimivana apuvälineenä. Erilaisten ja runsaslukuisten ihmisten asuttamat kaupungit ovat monimuotoisia, jolloin ihmisten diversiteetti ja sen mahdollistamat kaikkien saatavilla olevat digitaaliset työkalut ovat toinen trendi. Tällaisia työkaluja ovat esimerkiksi sosiaaliset verkostot, kuten mediat tai kaikkien saatavilla olevat yleistietokannat. Keskeistä tälle käsitteelle on tiedonvälityksen nopeus. (Foth, Hee, Choi, & Satchell, 2016).

Edellä käsitelty digitaalisuuden ja teknologian hyödyntäminen voidaan ottaa kaupunkisuunnittelussa huomioon digitalisoimalla sen suunnittelua ja hyödyntämällä erilaisia teoreettisia digitaalisia viitekehyksiä. Esimerkiksi Zawieska & Pierigud (2013) määrittelevät kaupunkisuunnittelun älykkään kaupungin toimivan joukkoliikenteen perustana, Caragliu & yms. (2011) puolestaan tarkastelevat koko Euroopan kontekstin älykaupunkeja laajemmin, jolloin otetaan muun muassa huomioon Euroopan Unionin lainsäädännön merkitys. Heidän mukaansa älykkään kaupungin määritelmä toteutuu sen investoidessa inhimilliseen pääomaan, joukkoliikenteeseen, moderneihin teknologioihin ja viestintään, uusiutuviin energianlähteisiin sekä hieman vaikeasti määriteltävään korkeaan elämänlaatuun sekä luonnonvarojen järkevään allokointiin hallinnollisessa kontekstissa. (Caragliu, Del Bo, & Nijkamp, 2011, Zawieska & Pieriegud, 2018).

Thakuriahin (2015) näkemys kaupunkisuunnittelun ja digitalisaation suhteesta



Kuva 1 Kuvaus kaupunkisuunnittelun dynamiikasta, Thakuriah (2015).

3.2 Kaupunkisuunnittelun kehitys

Kaupunkisuunnittelun yksi merkittävä osatekijä on massadatan hyödyntäminen (engl. big data) kaupunkisuunnittelussa, eli digitaalisen jäsentämättömän ja analysoimattoman tiedon. Thakuriah (2015) on tutkinut oheisessa kuviossa informaation runsautta osana yhteiskuntaa, ja siten kaupunkisuunnittelua määrittävänä tekijänä. Käyttäjien yhteisöt ja digitalisaation merkitys toimia informaatiota tallentavana ja kokoavana tekijänä toimivat tällöin ratkaisevassa asemassa. Älykäs, avoin suunnitteludata on edullisesti kaikkien kansalaisten, kuin viranomaisten ja yritysten saatavilla. Tällaista dataa tallentavat kaupunkialueesta esimerkiksi satelliitit tai dronet, joilla on suunnitteluun kaukoistimisen avulla tehtyjen havaintojen avulla suuri nopeuttava merkitys. Toisaalta kaupunkisuunnittelussa Partiaisen ja Suntion kirjoittaman (2017) Liikenneviraston loppuraportin mukaan on huomattavia haasteita kohdentaa digitaalinen luovutusaineisto. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi rakennuttajan ja tilaajan keskinäisten tietokantojen kommunikointia, joka ei ole täysin itsestään selvää. Informaation katoaminen tai taivoittamattomuus muodostuvat tällöin ongelmaksi. Sosiaalinen ihmisyyhteisöjä havainnoiva teknologia edesauttaa käyttäjägeneroinnin tekemistä, jolloin kaupunkisuunnittelussa voidaan hyödyntää esimerkiksi yhteisöllisen mielipiteen ja kokemuksen hyödyntämistä. Thakuriahin mukaan tällainen hyödyntäminen voi olla vaikka tyytyväisyyden digitaalinen mittaaminen joukkoliikenteen sujuvuudesta. Vikojen ilmoittaminen, tiedon välitön liikkuvuus ja sensorit edesauttavat dynaamista kaupunkisuunnittelua. Yhteisöllisen innovoinnin merkitys tulee kasvamaan

digitaalisuuden myötä. Kaupunkisuunnitteluun liittyy kuitenkin haasteita, sillä mikrodataa, sekundaaridataa ja hallinnollista viranomaistietoa on määrällisesti niin paljon, ettei sitä ole mahdollista käsitellä ilman tehokasta prosessia. Merkittävä hyötynäkökulma kaupunkisuunnitteluun massadatan käytöstä esittäytyy kuitenkin historiallisen ja tilastollisen informaation hyödyntämisen muodossa nopeasti eri tietokannoista, sekä 3D-mallintamisen mahdollisuudet kaupunkisuunnittelun mallintamisessa ja visualisoinnissa. (Partiainen & Suntio, 2017, Thakuriah, 2015)

Tätä voidaan hyödyntää Jaskarin (2016) mukaan esimerkiksi digitaalisen 3D- suunnittelun avulla. ”Nykyinen suuntaus on yhä tiivistyvä kaupunkiasuminen, itsenäisemmin toimivat yhteisöt, turvattu- ja ennen kaikkea selkeä omistusrakenne.” 3D- suunnittelu merkitsee 3D- kiinteistöjen muodostamista, joka ei ole vielä Suomessa mahdollista. Lisäksi Jaskari toteaa: ”3D- kiinteistönmuodostuksen vaikutuksia maankäytön suunnittelulle on varsin haastavaa mitata yksiselitteisesti. Suomessa maankäytön suunnittelun lainsäädäntöön tai ohjeistukseen ei ole toistaiseksi ehditty ehdottaa muutoksia.” Kaupunkisuunnittelussa voidaan siis nähdä selkeitä kehityskohteita ja muutostarpeita. Jankowski yms. (2014) ovat raportissaan tutkineet myös esineiden internetin vaikutusta megatrendinä. Tekoäly nähdään merkittävänä ja potentiaalisena teknologiana tulevaisuudessa. Esimerkiksi terveydenhuolto, joukkoliikenne, teollinen internet ja raaka-aineiden hallinta voidaan saattaa esineiden internetin hallittavaksi, jolloin kaupunkien välinen yhteydenpito ja yhteiskunnallisten resurssien hallitseminen on halvempaa ja helpompaa. (Jankowski ym., 2014, Jaskari, 2016).

Kuten Nilsson (1980) jo vuosikymmeniä sitten on todennut, tekoälyn merkityksellisyys tulee siinä ilmi, miten hyvin se ratkaisee ilmeneviä ongelmia. Nykyaikana tämä aspekti voidaan nähdä edelleen oleellisena kaupunkisuunnittelun tarkastelun kohteena, jolloin tekoälyn avulla voidaan suunnitella yhä paremmin toimivaa kokonaisuutta, joka hyödyntää teknologista kehitystä sen potentiaalisimmassa muodossa. (Nilsson, 1980).

Kaupunkisuunnittelun kehittämisen aspektit ja kehittämiskohteet 2000-luvulla (Yovanov & Hazapis, 2009)



Kuva 2 Kaupunkisuunnittelun kehittämisen aspektit ja kehittämiskohteet 2000-luvulla alussa (Yovanov & Hazapis, 2009).

Yovanov & Hazapis, 2009, toteavat tutkimuksessaan luonnonvarojen merkityksen älykkäässä kaupunkiympäristössä ratkaisevan tärkeäksi tekijäksi jo 2000-luvun alussa. Digitalisaatio vähentää fyysistä ympäristön kuormittamista, sillä paperidatan käyttö vähenee. Tämä vähentää kustannuksia ylläpitää suuria kaupunkisuunnitteluun liittyviä dokumentteja, viranomaistoimintaan liittyviä hakemuksia sekä muita fyysisiä ekologisesti kuormittavia tekijöitä. Kaupunkisuunnittelu on järkevää, kun se pyrkii teknologisoimaan ja automatisoimaan erinäisiä toimintoja, mitkä muuten kuluttaisivat energiaa ja raaka-aineita. Toisaalta digitalisaatio kuluttaa yhä kasvavammin sähköä erinäisten ylläpidettävien järjestelmien ja tietokantojen ylläpitämänä. Tällöin kaupunkisuunnittelussa on pyrittävä käyttämään uusiutuvia ja ekologisia luonnonvaroja, joita voidaan tuottaa esimerkiksi lokaalissa lähteessä ja jotka ovat kaupungin helposti saatavilla. Digitalisaation ja kaupunkisuunnittelun kokonaisuusnäkökulmana on oheisen kuvan mukainen osallaan toimiva esimerkki järjestelmästä, joka huomioonottaa kaikki käyttäjäryhmät ja sen avulla synnyttää uutta ja koherenttia digitaalista sisältöä niin edellä mainitun joukkoliikenteen toimivuuden kuin kokonaisuudessaan tulosten mukaisten palveluiden ekosysteemin kaupunkisuunnittelussa. Ympäristöystävällisyyden aspektina jätehuollon toimivuus on esimerkki digitalisaation tuomista eduista. Älykkään kaupungin tunnuspiirteeksi nousee ennen kaikkea kestävä kehitys, mikä merkitsee esimerkiksi aurinkovoima käyttöä, veden taloudellisesti kestävää puhdistusta, sekä taloudellisesti järkevää ja energiatehokkaasti kestävää asumista. Asuminen voidaan sijoittaa joukkoliikenteen avulla mahdollisimman pienien välimatkojen päähän toisistaan. (Yovanov & Hazapis, 2009).

Jyväskylän kaupungin Kytkin-projektin loppuraportissa (2016) on havaittavissa selkeät kaupunkisuunnittelun teemat, joita ovat pysäköinti, väestönsuojat, ICT (verkkoyhteydet), piha-alueet, energiaratkaisut, palveluja kiinteistöhuoltoon tarjoava yritys, sekä ketterien digitaalisten prosessien kehittäminen (Living Lab- ajattelu). Hankkeen perimmäinen pyrkimys on edistää Kankaan alueen kehitystä älykkääksi kaupungiksi. Liikennevirastolla on lisäksi meneillään kolmivuotinen digitalisaatiohanke (2016-2018) liikenteen uusille palveluille ja automatisaatiolla. Hankkeeseen kuuluvat kuusi osahanketta, jotka ovat automatisoitu liikenne- ja liikkumistietojen kerääminen ja jakelu, rataverkon kapasiteetin hallinta ja optimointi, tieverkon ennakoiva kunnonhallinta ja tiestötietojen ylläpitojärjestelmän kehittäminen, rataverkon kunnossapidon ja ylläpitojärjestelmien kehittäminen, merenkulun älyväylä, sekä asiakasvuorovaikutuksen digitalisointi. Liikennevirasto on myös laatinut kaupunkisuunnittelun kannalta keskeisen selvityksen digitaalisten palveluiden käyttäjätarpeista 2015, jonka perusteella suurinta käyttötarvetta koetaan prosessien ja järjestelmäajattelun tiimoilta, kuten vikailmoitusten tekemisessä ja niiden nopeassa havainnoinnissa. Kaupunkisuunnittelun osalta merkittävä kohtalainen tarve korostui katuverkkojen digitaalisen havainnoinnin, tietomallien kehittämisen, sekä tietomallien rajapintojen kehittäminen osana käyttökokemusta. ("Helsingin kaupungin toimintaympäristöraportti," 2017, "Kytkin projektin loppuraportti," 2017, Laine ym., 2015).

4 DIGITALISAATION KAUPUNKISUUNNITELUSSA

VAIKUTUKSET

TAULUKKO 1 Vaikutukset perustuvat Helsingin kaupungin maankäyttösuunnitelmaan (2015), sekä Yovanovin ja Hazapisin (2009) tekemään jaoitteluun.

Digitalisaatiota hyödyntävä kohde	Teknologia	Vaikutus kaupunkisuunnittelussa	Lähteet
Liikennesuunnittelu	Sensorit, viestintäkanavat, joukkotiedotus, automatisaatio, GPS-paikannus, dronet	Reaaliaikainen tiedottaminen ja paikannus, joustava reittien suunnittelu	Caragliu, yms. (2018) Baccalini yms. (2016) Maria (2016) Voskamp yms. (2018)
Palvelut liiketoiminta	ja Massadata, sosiaalinen media, algoritmit, tekoäly	Ketterät sähköiset järjestelmät menetelmät, palvelut ja	Thakuriah (2015) Rabari & Storper (2015) Valter, Lindgren, & Prasad (2017)
Terveydenhuolto	Älykäs reaaliaikainen oppiminen ja mittaaminen, tekoäly, viestintäkanavat, mobiili- ja terveysteknologia	Nopea tiedon saatavuus ubiikisti, tiedon varastointi ja virheettömyys, hoidon tarpeen kohdentaminen älykaupungin kontekstissa	Cook yms. (2011) Naphade yms. (2011) Yovanof & Hazapis (2009)
Hallinto	Palautejärjestelmät, tietoturvalliset järjestelmät, sähköiset palvelut, tiedotuskanavat, sosiaalinen media	Turvallinen tiedon käsittely, tiedottaminen, tehokas ja tietoturvallinen hallinto	Van Winden & De Carvalho (2017) HE 09/2018 Sauri (2015) Vicat-Blanc yms. (2011)
Talous ja teollisuus	Robotisaatio, tekoälyn	Iterointi, tehokkaammat prosessit, palveluiden	Jankowski yms. (2014)

	hyödyntäminen ja automatisaatio, ekologinen energia	tuottaminen ekologisesti ja nopeasti	Nilsson (1980) Nwankpa & Datta (2017) Valter yms. (2016)
Turvallisuus	Tekoäly-valvontateknologia, rikosilmoitusten tekeminen sähköisesti, tietoturvalliset elementit	GPS, reaaliaikainen ja tavoitusmahdollisuudet	Djimantoro (2016) Neroitti yms. (2014) Yovanof & Hazapis (2009)
Infrastruktuuuri	AI-teknologiat, esineiden internet	3D-mallinnus, jätehuolto, valokuituverkot, palvelut, liikenteen ohjaaminen ja kunnossapito	Djimantoro (2016) Jaskari (2016) Nam & Pardo (2011) Xie yms. (2017)

4.1 Liikenne

Taulukon ensimmäinen aspekti on työvoiman ja kaupungin asukkaiden kannalta keskeinen käsite, liikenne. Joukkoliikenteen ja yksityisliikenteen sujuminen on Caragliun yms. (2018) mukaan ensiarvoisen tärkeää, järkevän ja monitahoisesti toimivan kaupungin suunnittelussa. Marian & yms. (2016) mukaan digitaalisesti joukkoliikennettä voidaan valvoa ja siitä voidaan tiedottaa sitä käyttäville kuluttajille sähköisesti. Teknisten ja fyysisten viivästyksien ja vikatilojen tiedottaminen ja niistä toipuminen tällöin nopeutuvat. GPS-teknologia mahdollistaa nopean reaaliaikaisen joukkoliikenteen seuraamisen, ja siitä syntyvän informaation välittämisen palvelun käyttäjälle. Liikenteen ohjaaminen sähköisten sovellusten ja ilmoitustaulujen avulla toimivat tehokkaasti ajoliittymiin tai katuihin kohdistuneissa poikkeavuuksissa. Esimerkiksi sähköautot ja automatisoidut kulkuvälineet tulevat mukaisesti tulevaisuudessa lisääntymään ominaisuuksiltaan edullisina ja luotettavina ajoneuvoina. Toisaalta kaupunkisuunnittelussa epäonnistuneet päätökset, kuten liian ruuhkainen työmatkaliikenne, voidaan digitalisaation avulla ratkaista Voskampin yms. (2018) mukaan nopeasti, sillä ne voidaan suunnitella uudelleen ja kohdentaa järkevästi. Tämä perustellaan sillä, että tuotetun ja kerätyn datan avulla voidaan saavuttaa luotettavia johtopäätöksiä. Digitalisaation vaikutus sensoreiden, viestintäkanavavien, joukkotiedotuksen, automatisaation, sekä GPS-paikannuksen avulla kiistaton liikenteeseen. (Caragliu ym., 2011, Maria, Baccaglini, Brevi, Gavelli, & Scopigno, 2016, Voskamp ym., 2018).

4.2 Palvelut ja liiketoiminta

Toinen taulukon tuloksista liittyy palveluihin ja liiketoimintaan. On selvää, että massadata, sosiaalinen media, algoritmit ja tekoäly mahdollistavat teknologioina uudenlaisten palveluiden syntymisen ja liiketoiminnallisen elementin. Näistä erityisesti massadatan vaikutus ilmenee moninaisena Thakuriahin (2015) mukaan. Digitalisaatiota hyödyntävien työkalujen monimuotoisuus ja niiden avulla kerättävän informaation analysoiminen ovat erittäin otollisia kaupunkisuunnittelussa hyödynnettäviä kohteita. Massadataa hyödyntävää teknologiaa voidaan tarkastella erityisesti tekoälyn ja algoritmien avustuksella. Rabari ja Storper (2015) esimerkiksi mainitsevat puolestaan digitalisaation ubiikkiuden olevan yksi sen hyödynnettävin ominaisuus. Algoritmien ja tekoälyn avulla on mahdollista kerätä laajaa tietoa erilaisten käyttäjien parista. Tällainen tiedonhankinta mainitaan myös digitaalisen tiedon ohella sensorein kerättäväksi fyysisestä kaupunkiympäristöstä. Toinen alusta tiedon hankkimiselle on sosiaalisen median vaikutus, minkä Valter yms. (2017) mainitsevat. Hyödyntämisen kulminoituu kaupunkisuunnittelun prosesseissa, jolloin kysymyksessä ovat tekoälyllä tuettu liiketoimintaprosessin hyödyntäminen. Kaupunkisuunnittelu olemassa olevan liiketoimintaa ja palveluita kehittävänä alustana nähdään selkeästi tulevaisuudessa nousevana ja potentiaalisena aspektina, joka synnyttää uudenlaisia taloudellisia näkökulmia, sekä vastaa jo olemassa oleviin kaupunkilaisten tarpeisiin. Myös Rabarin ja Storperin (2015) mukaan Digitalisaatio ja teknologia tuottavat huipputasolla tekoälyllisesti toimivia ohjelmistoja, jotka kykenevät luomaan ja oppimaan massadatan avulla saadusta informaatiosta prosessiteholla, joka on valtava. Tällöin tekoälyä voidaan hyödyntää ongelmatilanteissa ja edellä mainittujen sähköistettyjen prosessien tehostamisessa. Termi ”digitaalinen iho” toimii kaupunkisuunnittelussa keskeisenä analytiikkaa ja tietoa tuottavana alustana, jolloin kaupunkia pystytään havainnoimaan tehokkaasti sensoreiden ja toisiinsa yhteydessä olevin äylaitteistojen avulla. (Rabari & Storper, 2015, Thakuriah, 2015, Valter ym., 2017).

4.3 Terveysthuolto

Kolmas tulos käsittelee erityisesti digitalisaation keskeistä toiminnankohdetta, terveydenhuoltoa. Kaupunkisuunnitteluun se nivoutuu erityisesti kahdessa ulottuvuudessa, joita ovat saatavuus verkkoympäristössä ja fyysisinä palveluina. Terveysthuollolla on intressi hyödyntää digitalisaatiota sen tarjoamien ketterien prosessien, tiedon säilyttämisen ja tiedottamistyökalujen puitteissa. Intressi terveydenhuollon erilliseen tarkasteluun kaupunkisuunnittelun kannalta on perusteltavissa erilaisten ryhmien erityistarpeiden kannalta. Terveysthuollon asiakkaiden tiedon saatavuus erinäisten ilmoitustyökalujen avulla on myös keskeinen digitalisaation edesauttava ilmiö. Cook yms. (2018)

ovat perustelleet digitalisaation ja erilaisten teknologioiden tuovan selvästi lisäarvoa terveydenhuoltoon. Kaupunkisuunnittelussa teknologisten sensoreiden, personoidun ICT-teknologian ja älykaupungin yhteiseen tietoverkkoon liitoksissa olevan kansalaisen terveydenhuolto voidaan toteuttaa reaaliaikaisena ja tehokkaana. Tällöin teknologinen järjestelmä toimii palveluna ja tiedon välittämisen ja sen varastoimisen työkaluna, joka lisäksi kerää ja analysoi informaatiota. Esimerkiksi astmaatitot voivat saada reaaliaikaista tietoa kaupungin pölytilanteesta. Terveydenhuollon palveluita syntyy myös suunnitteluvaiheen jälkeisenä sivutuotteena, kun kaupunki muotoutuu ja kehittyy tai kohtaa haasteita. Yovanovia ja Hazapisia (2009) mukailen esteelliset kansalaiset, jotka ovat menettäneet näkökykynsä kohtaavat haasteita liikkumisessa ja palveluiden saatavuudessa. Tällöin teknologinen tarve synnyttää innovaatioita ja apuvälineitä urbaanin ympäristön hyödynnettäväksi. Tämän kaltainen tarve säilyy kaupunkisuunnittelussa relevanttina ajan kulumisesta huolimatta. Naphade yms. (2011) kertovat reaaliaikaisuuden olevan digitalisaation tuoma ehdoton hyöty pohdittaessa mielipiteiden ja informaation tavoitettavuutta ja vaikuttavuutta. (Cook, Duncan, Sprint, & Fritz, 2018, Naphade ym., 2011; Yovanof & Hazapis, 2009).

4.4 Hallinto

Neljän tulos kiteytyy tutkimaan kansalaisten vaikutusmahdollisuuksiin, asioimiseen kaupungissa ja hallinnon asiakkaana, digitaalisessa ympäristössä. Digitalisaation avulla kaupunkisuunnittelua voidaan muokata kansalaisia paremmin palvelevaksi ja heidän etujaan edistäväksi. Hallinto- ja toimeenpanovallan (kaupunki ja virkamiehet) toimintaa voidaan tuoda avoimemmaksi ja vaivattomammaksi tavoittaa. Tällöin päätöksiä tekevät instanssit voivat ajoissa hahmottaa kaupungille edullisimman tarpeen ja vaikutusmahdollisuuksien tuomat edut, kuten kaivatut palvelut. Digitalisaatio toimii vastavuoroisesti nopeana keinona kommunikoida ja vastata palautteeseen. Laillisten prosessien, kuten huudatusten ja tiedonantojen reaaliaikainen tiedottaminen esimerkiksi internetin välityksellä lisää vaikuttamismahdollisuuksia ja kansalaisten mahdollisuuksia saada tietoa ja antaa palautetta nopeasti. Eryityisesti Vicat-Blancin yms. (2011) hahmottelema internetin käyttö tulevaisuudessa erilaisia sosioekonomisia ryhmiä mukailevana työkalulla, jonka avulla palveluita voidaan tarjota ja kohdentaa tehokkaasti vastaamaan sähköisen hallinnon edellytyksiä. Lisäksi muun muassa voimaan astuva EU:n tietosuoja-asetus (HE: 09/2018) edesauttaa digitalisaation siirtymistä osaksi yhteiskuntaa. Asetus asettaa tarkat ja täsmälliset rajoitteet hallinnoida, ylläpitää ja muokata tietojärjestelmiä. Henkilötietojen käsittely sähköisessä asiointissa turvataan aikaisempaa täsmällisempi yksilön tietoturva. Digitalisaation vaikutus hallintoon on siis näiltä osin kiistaton, mikä on havaittavissa lain tasoisesta intressistä säädellä tietojärjestelmiä. Tambourisin yms. (2015) älykaupungille prosessien ja palveluiden sähköistäminen on

oleellinen osa toimivuutta, sillä tällöin saavutetaan riittävän korkea taso avoimuudessa, massadatan käsittelyssä, hakemusten ja informaation välittämisen nopeudessa, sekä helppossa tiedon saatavuudessa. Esimerkiksi van Winden ja De Carvalho (2017) ovat tutkimuksessaan tulleet johtopäätökseen, jonka mukaisesti sähköistetyt palvelut ja niiden takana toimivat digitaaliset järjestelmät toimivat perustana järkevälle ja systemaattiselle kokonaisuudelle, jota hallinnossa voidaan kehittää ja hyödyntää. Sauri (2015) lisää tähän hallinnon toimivuuteen sosiaalisen median kontekstin, jonka avulla kansalaisten on mahdollista viestiä niin keskenään kuin viranomaisen kanssa digitalisaation mahdollistamalla ilmiömäisellä nopeudella ja luotettavuudella. (HE: 9/2018, Sauri, 2015, Van Winden & De Carvalho, 2017, Yovanof & Hazapis, 2009).

4.5 Talous ja teollisuus

Viides oleellinen kaupunkisuunnittelun digitalisaation vaikutus on talous ja teollisuus. Erityisesti massadata nousee tämän digitaalisen kehityskohteen keskiöön, sillä sen havaitaan luovan aspekteja kielteisessä ja myönteisessä hallinnollisissa prosesseissa. Sähköistäminen lisää tiedon määrää eksponentiaalisesti. Sähköistäminen koskee viranomaisten ja kansalaisten välisen kanssakäymisen ja kommunikoinnin parantamista. Ertugrulin ja Kayan (2016) mukaan taloudellisesti suunnitellut ja toteutetut rakennukset ja kaupungin infrastruktuuri ovat toteutettavissa erityisesti automaation ja data-analytiikan avulla. Useat kaupungit, esimerkin omaisesti Singapore, toteuttavat jo tämän kaltaisia matemaattisten ennusteiden pohjalta algoritmeihin toteutettuja kaupunkisuunnittelussa toteutettavia infrastruktuurin suunnitelmia. Khan yms. (2018) perustelevat hyvinvoinnin ja järkevän energiatehokkuuden saavuttamiseksi digitaalinen innovointi syntyy spontaanisti tai järjestelmällisen kehitystyön tuloksena- tarpeesta ja käyttöarvosta riippuen. Keksinnön tai käytännön toimimattomuus tai epäkohta synnyttää tarpeen tehdä muutos ympäristössä, mikä on digitalisaatiolle yhteiskuntaa muuttavana ilmiönä ja aikakautena tyypillinen piirre. Talouden ja teollisuuden integroituminen järkevään kaupunkia palvelemaan kontekstiin synnyttäen uusia alustoja innovaatiolle on selkeä. Erilaisten teknologioiden yhdistely, kuten kameroiden ja antureiden kohdentaminen on myös potentiaalinen ja todennäköinen ilmiö, joka vastaa innovointitarpeeseen. Taloudellinen kannattavuus tuottaa keksintöjä kaupunkiympäristössä edesauttaa digitaalista kehitystä merkittävästi, sillä syntyneet innovaatiot ovat nopeasti testattavissa, markkinoitavissa ja korjattavissa, mikäli niissä ilmenee puutteita ja lisäkehittävää. Chen (2017) ovat tutkineet järkevän taloudellisen resurssien kohdentamisen tuottavan lisäarvoa, esimerkiksi siten, että kaupunki ylläpitää yhteistä informaatioteknistä verkostoa, jota teollisuus voi hyödyntää. (Chen, 2017, Ertugrul & Kaya, 2016, Khan, Brujic-Okretic, & Khaddaj, 2016).

4.6 Turvallisuus

Kuudes merkittävä digitalisaation kohde kaupunkisuunnittelussa on turvallisuus. Se voidaan jakaa Neroittin yms. (2014) tutkimaan fyysiseen turvallisuuteen, sekä Yovanofin ja Hapsisin viime vuosikymmenellä (2009) tarkastelemaan kaupungin sähköisten prosessien ja tietokantojen tietoturvallisuuteen. Digitaaliset innovaatiot, kuten edellä mainittu tekoäly toimivat teknologisina turvallisuutta lisäävinä tekijöinä. Esimerkiksi liikennettä voidaan tarkkailla valvontasensoreilla, tai esteellisten kansalaisten liikkumista voidaan parantaa teknologisten järjestelmien avulla. Turvallisuudesta voidaan tällöin tehdä näkyvä osa kaupunkisuunnittelua, mikä jo sinällään lisää sen tavoitetta olla näkyvä ja toimiva osa kaupunkisuunnittelun kokonaisuutta. Kansalaisten on myös mahdollista tehdä rikosilmoitus nopeasti ja reaaliajassa, tai hälyttää apua tarkkojen sijaintitietojen avulla. Tietoturvallisuus osana sähköisiä palveluita, jotka käsittelevät arkaluontoista tietoa, kuten kaupunkisuunnittelussa tarvittavaa kaupungin asukkaiden henkilötietoa on merkittävä kohde havaita potentiaaliset kyberuhat ja niiden synnyttämät heikkoudet ja haavoittuvuudet tietokannoissa ja erinäisissä virtuaalisissa palveluissa. Tietoturva on kaupunkisuunnittelun tärkeä aspekti myös ajateltaessa tietoja, jotka ovat yleisen edun mukaisesti salassa pidettäviä ja suojeltavia. Tällaista tietoa voivat olla valtiolliset kiinteistöt, väestönsuojeluun liittyvät seikat tai kriittiset informaatioteknologiset infrastruktuurit laajuuksiltaan ja sijainneiltaan. Kaupunkisuunnittelussa on otettava huomioon järkevä aluetaloudellinen suunnittelu. Turvallisuuden ollessa uhattuna, on huomioitava digitalisaation turvaaminen, kuten varmuuskopioinnit ja vaihtoehtoiset tiedotusmenetelmät, jolloin tietomurrot ja ongelmat voidaan kriittisiltä vaikutuksiltaan minimoida. (Djimantoro, 2016, Neroitti, 2014, Yovanov & Hazapis, 2009).

4.7 Infrastrukturi

Infrastruktuuria voidaan tarkastella tekoälyn ja digitalisaation luomista mahdollisuuksista, kuten esimerkiksi aiemmin mainitun Jaskarin (2016), 3D-mallinnustekniikasta voidaan päätellä. Nopea suunnittelu ja sen demonstrointi auttaa synnyttämään virheettömiä ja järkeviä kaupunkisuunnittelun elementtejä. Horelli yms. (2013) kuvailee digitalisaation synnyttävän kaupunkisuunnittelun infrastruktuuriin uusia lähestymistapoja, kuten reaaliaikaisuuden ja internetin vaikutuksen mukaisen rakenteen. Älykaupungin merkitys korostuu tulevaisuudessa, jolloin jätehuollon, liikenteen, internetin ja muiden palveluiden saatavuus ja toimivuus ovat edellytyksiä infrastruktuurin suunnittelun digitalisaatiolle. Djimantoron (2016) mukaan järkevässä suunnittelussa voidaan kaupungin asukkaiden talot ja kasvavat alueet sijoittaa tarkoituksenmukaisesti siten, että ne ovat palveluiden tavoitettavissa, ekologisesti toimivia

kokonaisuuksia. Digitalisaation vaikutukset kaupunkisuunnittelussa kiteytyvät infrastruktuurin myötä, jolloin digitalisaation tuoma hyöty ja vaikutus on havaittavissa infrastruktuurin myötä. (Djimantoro, 2016, Jaskari, 2016).

Nam ja Pardo (2011) ovat määritelleet älykaupungin infrastruktuurin kriittisesti riippuvaiseksi ihmisten, teknologioiden ja palveluiden ulottuvuuksista, joiden on saavutettava koherenssi, toimiakseen tehokkaasti. Älykäs oppiminen tekoälyn puitteissa mahdollistaa jatkuvassa tarkkailussa olevan digitaalisen asuinympäristön, tietoa käsittelevänä ja tuottavana. Tekoälyn toimivuus infrastruktuuria edesauttavana tekijänä on selkeä kehityslinja erityisesti Xie:n yms. (2017) tutkimana. Älykkään digitaalisen ympäristön luominen, jossa erilaisia palveluita voi seurata ja tavoitella reaaliaikaisesti käsittää muun muassa langattoman kaupunki-infrastruktuurin luomisen. (Nam & Pardo, 2011, Xie, Wan, & Jiang, 2017).

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän kandidaatintutkielman tavoitteena oli saavuttaa käsitys siitä, miten digitalisaatio vaikuttaa kaupunkisuunnitteluun ja mitä osa-alueita se käsittää. Selvitetyin lähdemateriaalin avulla saavutettiin kattava kuva siitä, mitkä keskeisimmät tekijät, eli vaikutukset, kaupunkisuunnittelussa toimivat niin kehityskohteina kuin tekijöinä. Näitä digitaalisia tekijöitä olivat tuloksissa eriteltyt ja tarkastellut liikenne, palvelut ja liiketoiminta, terveydenhuolto, hallinto, talous ja teollisuus, turvallisuus, sekä infrastruktuuri.

Aineistoa, joka sivusi näitä aihealueita löytyi runsaasti niin empiirisesti toteutettujen tutkimusten, kuin akateemisten koontien muodossa. Tutkimuskysymyksessä määritelty ongelma, eli digitalisaation vaikutukset kaupunkisuunnittelussa oli verrattain uusi, mutta sitäkin merkittävämpi ilmiö. Tätä voidaan perustella sillä, että erinäisissä usean vuosikymmenen ajalta olevissa kirjallisissa lähteissä sivuttiin kaupunkisuunnittelua urbaanin alueen näkökulmasta ja siihen suuntautuvia tekijöitä, mutta digitalisaatio esiintyi vasta 2000-luvulta alkaen peräisin olevissa lähteissä. Erityisesti kaupunkia kehittävänä tekijänä se esiintyi vasta 2010-luvulla peräisin olevissa lähteissä. Tekoälyä ja teknologian merkitystä yhteiskunnassa on kuitenkin tutkittu jo sen ilmenemisestä alkaen, eli 1970-luvulta. Tutkielman saavuttama käsitys vaikutuksista tulos- kappaleessa pyrki listaamaan oleellisimpia eri tasoisia ilmiöitä, jotka ovat kaupunkisuunnittelun kannalta kuitenkin tärkeimpiä nykyhetken ja tulevaisuuden kannalta.

Digitalisaatio itsessään on melko tuore ilmiö, eikä sen kaikkia vaikutuksia ole vielä kyetty todentamaan, joilla olisi informaatioteknologista relevanssia. Aineisto digitalisaatiosta löytyi kuitenkin runsaasti ja sen tuottamasta hyödystä ja ilmiöistä osana teknologista kehitystä ja prosessien automatisointia ja sähköistämistä. Digitalisaation todettiin yhdenmukaisesti useassa lähteessä olevan kaikkialle vaikuttava ilmiö, jolla tarkoitetaan informaation määrän kasvamista ja sen hyötyarvon käyttöä, eli digitaalisten teknologioiden hyödyntämistä, joiden avulla voidaan luoda lisäarvoa liiketoimintamalleille ja tarjota jotain uudenveroista erinäisiin teknologisiin prosesseihin. Kaupunkisuunnitteluun tämä ilmiö tulee siis vaikuttamaan yhä etenevässä

määrin, mikä nähtiin useissa lähteessä potentiaalisena ja käsillä olevana ilmiönä, jonka vaikutukset tulevat tehostumaan. Tutkimustulokset kaupunkisuunnittelussa hyödynnettävistä teknologioista olivat yleistymässä selkeästi teknologian avulla hyödynnettäviin tapoihin kehittää ja suunnitella kaupunkia.

Tutkielman keskeisimmät löydökset liittyivät tuloksissa mainittuihin teemoihin. Voidaan sanoa, että täsmällistä ja koherenttia tieteellistä yhdenmukaisuutta ei lähteiden perusteella ollut mahdollista saavuttaa, sillä terminologinen, täsmällisesti käännettävä yhdenmukaisuus puuttui. Kuitenkin samat käsitteet eri konteksteissa käytettyinä toistuivat usein ja käsittelivät samoja tarkastelutapoja. Digitalisaatio esiintyi vähintäänkin taustatekijänä jokaisessa teemassa, joko keskeisenä välineenä toteuttaa joitakin palveluita, sähköistä tietoa ja analysoida sitä tai yksinkertaisena työvälineenä viestinnällisessä tarkoituksessa informoida palvelun käyttäjiä jostakin. Täysin irrallaan informaatioteknologisista vaikutteista olevia kaupunkisuunnittelun osa-alueita ei siis näin ollen ole, mutta digitalisaation vaikutusasteen ja moniulottuvuuden voidaan sanoa vaihtelevan.

Merkittävä jatkotutkimuksen aihe on digitalisaation käsitteen täsmäntäminen ja sen jakaminen tieteelliseen relevanssiin sen mukaisesti, mihin sitä hyödynnetään. Digitalisaatio voi esiintyä passiivisena taustatekijänä, tai aktiivisena ja uusia innovaatioita synnyttävänä työkaluna, esimerkiksi tekoälynä tai algoritmi- tyyppisenä itseoppivana järjestelmänä, mikä ilmenee tarkasteltavista lähteistä.

Akateemisen tiedon kattavuus kaupunkisuunnittelusta ja digitalisaatiosta on yhdisteltävissä oleva tutkimusnäkökulma, joka vaatii ehdottomasti lisätarkastelua. Koska digitalisaation vaikutusta kaikkiin yhteiskunnan ja siten kaupunkisuunnittelun kohteisiin ei voida kiistää, tulee se ottaa jatkotutkimuksessa tarkastelun lähtökohdaksi. Esimerkiksi tuloksissa käsitelty terveydenhuollon merkitys tietojärjestelmiä käyttävänä ja kansalaisia palvelevana palveluna on digitalisaation myötä kokemassa merkittäviä uudistuksia niin tiedon käsittelyn, kuin sen saatavuuden puolesta. Tarkastelluista lähteissä Yovanov & Hazapis (2009) ovat muista lähteistä poiketen kokonaisvaltaisesti tarkastelleet kaupunkiympäristön digitalisoitumisen potentiaalia ja vaikutuksia kokonaisuutena palveluista infrastruktuuriin. Tulevaisuudessa palveluiden ja teknologioiden kehittäminen tuottaa uuden kaltaisia toimintaympäristöjä, joissa digitalisaatio toimii keskeisenä tekijänä. Tällöin tulevaisuuden tutkimuskohteita ei voida vielä tarkalleen spesifioida, mutta niiden nivoutuminen selkeästi digitalisaation kontekstiin on kiistaton. Kehitettäessä jatkuvasti parempaa infrastruktuuria, liikennettä tai muuta kaupunkisuunnittelun kohdetta, teknologioiden hyödyntäminen ja apuna käyttäminen tulee olemaan selkeä tekijä. Tämänkaltaisen tutkimus vaatii kuitenkin aineistoa ja tulevan kehityksen tarkkailua etenevissä määrin. Ilmiön laajuutta sen vaikutusten osalta on vaikeata ennustaa, johtuen sen nopeasta kehityksestä. Tutkielma näkee digitalisaation vaikutukset kaupunkisuunnittelussa merkittävänä ja mielenkiintoisena

tutkimuskohteena, joka voidaan ulottaa akateemiseen tarkasteluun kulttuurista tai asuinpaikasta riippumattomana. Teoriassa tutkielma pyrkii hyödyntämään tietojärjestelmätieteen akateemista kirjoa tarjoten jatkotutkimuksille aiheita ja näkökulmia. Toisaalta tutkielma on aikansa tuotos, joka dokumentoi vallitsevan tieteen teemojen avulla keskeisiä tutkimusnäkökulmia. Käytännön hyötyä tutkielmasta voi saada sitä lukeva kansalainen, palveluntarjoaja tai kaupunkisuunnittelija, jonka näkökulmia ja käsityksiä digitalisaatiosta tutkielma pyrkii laajentamaan ja avaamaan.

Teoriassa ja käytännössä tutkimus vastaa tietojärjestelmätieteen akateemiseen tutkimuskirjoon refleктоimalla ja yhdistelemällä digitalisaatiosta saatavia yhteiskunnallista vaikutusta, palveluita kehittävää, tai muuta kuluttajalle olennaista hyötyä omaavaa tietoa kaupunkisuunnittelun kokonaiskontekstiin. Kaupunkisuunnittelun merkitys digitaalisena ympäristönä on lähteistä todettava johtopäätös, joka tulevaisuudessa tarvitsee lisätutkimusta digitalisaation ja kaupunkisuunnittelun yhdistetystä tutkimuskysymyksestä, joka kehittää kaupunkisuunnittelua ja digitalisaation aspekteja.

LÄHTEET

- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82.
<https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Chen, Y. (2017). Optimal Weighted Voronoi Diagram Method of Distribution Network Planning Considering City Planning Coordination Factors, (Icsai), 335–340.
- Cook, D. J., Duncan, G., Sprint, G., & Fritz, R. L. (2018). Using Smart City Technology to Make Healthcare Smarter. *Proceedings of the IEEE*, 106(4), 708–722. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2017.2787688>
- Dellarocas, C. (2003). The Digitization of Word of Mouth: Promise and Challenges of Online Feedback Mechanisms. *Management Science*, 49(10), 1407–1424. <https://doi.org/10.1287/mnsc.49.10.1407.17308>
- Djiantoro, M. I. (2016). Smart city planning system on settlement area. *2016 International Conference on ICT for Smart Society, ICISS 2016*, (3), 74–79. <https://doi.org/10.1109/ICTSS.2016.7792852>
- Ertugrul, O. F., & Kaya, Y. (2016). Smart city planning by estimating energy efficiency of buildings by extreme learning machine. *4th International Istanbul Smart Grid Congress and Fair, ICSG 2016*. <https://doi.org/10.1109/SGCF.2016.7492420>
- Foth, M., Hee, J., Choi, -Jeong, & Satchell, C. (2011). Urban Informatics. Retrieved from <http://eprints.qut.edu.au/39159/1/39159.pdf>
- Gartner. (2016). Digitalization - Gartner IT Glossary. *Gartner Glossary*. Haettu osoitteesta <https://www.gartner.com/it-glossary/digitalization>
- Hallituksen esitykset: HE 59/2016. (2016). *FINLEX*. Haettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2016/20160059>
- Hallituksen esitykset: HE 9/2018. (2018) *FINLEX* Haettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2018/20180009>
- Hammoudeh, M., & Arioua, M. (2018). Sensors and Actuators in Smart Cities. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 7(1), 8. <https://doi.org/10.3390/jsan7010008>
- Helsingin kaupungin toimintaympäristöraportti. (2017). Haettu osoitteesta, from <http://toimintaymparisto.hel.fi/digitalisaatio>
- Hilbert, M., & López, P. (2011). The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. *Science (New York, N.Y.)*, 221(4611), 609–13. <https://doi.org/10.1126/science.221.4611.609>
- Horelli, L., Jarenko, K., Kuoppa, J., Saad-Sulonen, J., & Wallin, S. (2013). *New Approaches to Urban Planning*. Helsinki: Aalto University. Haettu osoitteesta <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/10244/isbn9789526051918.pdf?sequence=1>
- Jankowski, S., Covello, J., Bellini, H., Ritchie, J., & Costa, D. (2014). The Internet of Things: Making sense of the next mega-trend. *Goldman Sachs*. Haettu osoitteesta <http://www.goldmansachs.com/our->

- thinking/outlook/internet-of-things/iot-report.pdf
- Jaskari, E. (2016). 3D-kiinteistönmuodostuksen vaikutukset maankäytön suunnittelulle.
- Khan, N. A., Brujic-Okretic, V., & Khaddaj, S. (2016). Intelligent integration framework for smart transport system. *Proceedings - 12th International Conference on Intelligent Environments, IE 2016*, 76–79. <https://doi.org/10.1109/IE.2016.20>
- Kytkin projektin loppuraportti. (n.d.).
- Laine, T., Saarinen, H., Moilanen, T., & Käsäkangas, T. (2015). Selvitys Digitraffic-palvelun käyttäjätarpeista ja kehittämiskohteista. Haettu osoitteesta https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2015-06_selvitys_digitraffic-palvelun_web.pdf
- Maria, G., Baccaglini, E., Brevi, D., Gavelli, M., & Scopigno, R. (2016). A drone-based image processing system for car detection in a smart transport infrastructure. *Proceedings of the 18th Mediterranean Electrotechnical Conference: Intelligent and Efficient Technologies and Services for the Citizen, MELECON 2016*, (April), 18–20. <https://doi.org/10.1109/MELCON.2016.7495454>
- McKinsey Global Institute. (2011). Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. Haettu osoitteesta [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/BusinessFunctions/McKinsey Digital/Our Insights/Big data The next frontier for innovation/MGI_big_data_full_report.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/BusinessFunctions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Big%20data%20The%20next%20frontier%20for%20innovation/MGI_big_data_full_report.ashx)
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions. *The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research Conceptualizing*. Haettu osoitteesta https://www.ctg.albany.edu/publications/journals/dgo_2011_smartcity/dgo_2011_smartcity.pdf
- Naphade, M., Banavar, G., Harrison, C., Paraszczak, J., & Morris, R. (2011). Smarter cities and their innovation challenges. *Computer*, 44(6), 32–39. <https://doi.org/10.1109/MC.2011.187>
- Nilsson, N. J. (1980). Principles of artificial intelligence, Tioga Pub. Co., Palo Alto, CA, 476. Haettu osoitteesta [https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=mT-jBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=artificial+intelligence+definition&ots=hLWiaO3D7p&sig=XviGSzKUMYdHjFTVJaGZLbe4-3Y#v=onepage&q=artificial intelligence definition&f=false](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=mT-jBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=artificial+intelligence+definition&ots=hLWiaO3D7p&sig=XviGSzKUMYdHjFTVJaGZLbe4-3Y#v=onepage&q=artificial%20intelligence%20definition&f=false)
- Oxford Dictionaries. (2017). Haettu osoitteesta <https://en.oxforddictionaries.com/definition/digitization>
- Partiainen, A., & Suntio, V. (2017). Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä. Haettu osoitteesta https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2017-15_digitaalinen_luovutusaineisto_web.pdf
- Rabari, C., & Storper, M. (2015). The digital skin of cities: Urban theory and research in the age of the sensed and metered city, ubiquitous computing and big data. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8(1), 27–42. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsu021>

- Rouse, M. (2017). What is image compression? - Definition from WhatIs.com. Haettu osoitteesta <http://whatis.techtarget.com/definition/digitization>
- Saariluoma, P., Kujala, T., Kuuva, S. (2010) Ihminen ja teknologia: hyvän vuorovaikutuksen suunnittelu, *Teknologiaateollisuus*, 60-65.
- Sauri, P. (2015). Julkishallinto ja sosiaalinen media. Haettu osoitteesta <http://kaks.fi/wp-content/uploads/2015/03/Julkishallinto-ja-sosiaalinen-media.pdf>
- Tambouris, E., Janssen, M., Scholl, H. J., Wimmer, M. A., Tarabanis, K., Gascó, M., ... Parycek, P. (2015). Electronic Government. *Proceedings*. Haettu osoitteesta <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-22479-4.pdf>
- Thakuriah, P. (2015). Big Data and Urban Informatics: Innovations and Challenges to Urban Planning and Knowledge Discovery, 4-32. Haettu osoitteesta <https://pdfs.semanticscholar.org/0ece/f3265883e9121079025e238e4d0f87104f46.pdf>
- Tulevaisuuden kunnan skenaariot ja visiot 2030. (2015) Haettu osoitteesta <http://vm.fi/documents/10623/2287526/Tulevaisuuden+kunnan+skenaa+riot+ja+visiot+2030/5aa03723-ae3-42fc-868f-3dea3b53c8a9?version=1.0>
- Urban Agenda for the EU – Digital Transition Partnership. (2017). Haettu osoitteesta https://ec.europa.eu/futurium/sites/futurium/files/digital_transition_orientation_paper.pdf
- Valter, P., Lindgren, P., & Prasad, R. (2017). Artificial intelligence and deep learning in a world of humans and persuasive business models. *GDP*, 209-214.
- Valtiovarainministeriö. (2017). Kansallisen palveluarkkitehtuurin toteuttamisohjelma. Haettu osoitteesta <http://vm.fi/palveluarkkitehtuuri>
- van Dijk, J. A. G. M. (2006). *The Network Society* (2nd ed.). Retrieved from http://www.forschungsnetzwerk.at/downloadpub/The_Network_Society-Jan_van_Dijk.pdf
- Van Winden, W., & De Carvalho, L. (2017). How digitalization changes cities. Haettu osoitteesta http://business.metropol Ruhr.de/fileadmin/user_upload/Studie_Cities_and_digitalization_Euricur_wmr.pdf
- Vicat-Blanc, P., Figuerola, S., Chen, X., Landi, G., Escalona, E., Develder, C., ... Gumaste, A. (2011). The Future Internet. In *Springer* (Vol. 6656/2011, pp. 307-320). Springer Heidelberg Dordrecht London New York. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20898-0_22
- Voogd, J. H. (1982). Multicriteria evaluation for urban and regional planning. *Technische Universiteit Eindhoven*, 1980. <https://doi.org/10.6100/IR102252>
- Voskamp, I. M., Spiller, M., Stremke, S., Bregt, A. K., Vreugdenhil, C., & Rijnaarts, H. H. M. (2018). Space-time information analysis for resource-conscious urban planning and design: A stakeholder based identification of urban metabolism data gaps. *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 516-525.

- <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2016.08.026>
- Webster, F. (2013). *Theories of the Information Society*. Routledge (Vol. 53).
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- What is Digitalization. (2018). Haettu osoitteesta <https://www.igi-global.com/dictionary/digitalization/7748>
- Xie, L., Wan, J., & Jiang, Q. (2017). Research on Cognitive Pattern of the Concept of Smart City with Crawler Technology. Haettu osoitteesta <http://aisel.aisnet.org/whiceb2017>
- Yovanof, G. S., & Hazapis, G. N. (2009). An Architectural Framework and Enabling Wireless Technologies for Digital Cities; Intelligent Urban Environments. *Springer Science*, 49, 445–463.
<https://doi.org/10.1007/s11277-009-9693-4>
- Zawieska, J., & Pieriegud, J. (2018). Smart city as a tool for sustainable mobility and transport decarbonisation. *Transport Policy*, 63, 39–50.
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.11.004>