

Lassi Tukiainen

**TIETOTURVAN HUOMIOIMINEN ÄLYKAUPUNKI-
SUUNNITTELUSSA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2018

TIIVISTELMÄ

Tukiainen, Lassi

Tietoturvan huomioiminen älykaupunkisuunnittelussa

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2018, 23 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatin tutkielma

Ohjaaja: Clements, Kati

Älykaupunkihankkeet ovat lisääntyneet viime vuosien aikana todella merkittävästi. Älykaupungissa pyritään hyödyntämään älykästä teknologiaa seuraavilla kaupunkisuunnittelun osa-alueilla: talous, liikkuvuus, ympäristö, ihmiset, asuminen sekä päätöksenteko. Älykaupungin toiminta perustuu datan keräämiseen kaikesta kaupungin toiminnasta, myös sen asukkaista. Dataa kerätään asentamalla kaupunkiin älykästä teknologiaa, sensoreita, jotka muodostavat verkoston älylaitteiden kanssa. Datan kerääminen asukkaista nostaa esille tietoturvakysymyksen, miten dataa käytetään? Tässä kandidaatin tutkielmassa käsitellään älykaupunkien kaupunkisuunnittelua ja sitä, miten tietoturva-asiat tulee huomioida älykaupunkihankkeissa. Tutkielma on toteutettu kirjallisuuskatsauksena ja sen tutkimuskysymykseksi muodostui *"Miten älykaupunkisuunnittelussa tulee huomioida tietoturva?"*. Tuloksista voidaan todeta tiivistettynä, että kokonaisvaltaisimmat uhat joita älykaupungin kaupunkisuunnittelun osa-alueet voivat kohdata, ovat asukkaiden fyysinen seuranta sekä dataa keräävien sovellusten lisääntyvä määrä. Näihin uhiin kaupunkisuunnittelun osalta tulee varautua järjestelmien riittävällä suojauksella sekä datankäsittelyprosessien tarkalla suunnittelulla. Tietoturvaongelmia voi muodostua älykaupungeissa asukkaan kannalta liittyen yksityisyyteen, loukkaamattomuuteen tai saatavuuteen. Älykaupunkihankkeita suunniteltaessa tulee turvata etusijassa nimenomaan nämä yksilön tietoturva- oikeudet: Informaation yksityisyys ja luottamuksellisuus, informaation loukkaamattomuus ja luotettavuus, sekä informaation saatavuus sitä käyttäville.

Asiasanat: Tietoturva, Älykaupunki, Kaupunkisuunnittelu, Esineiden internet

ABSTRACT

Tukiainen, Lassi

Information Security aspects in Smart City planning

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2018, 23 p.

Information Systems Science, Bachelor's Thesis

Supervisor: Clements, Kati

The amount of Smart City projects have increased significantly in the past years. Smart City's goal is to take advantage of smart technology in the following sections of city planning: Economy, Mobility, Environment, People, Living and Governance. Smart City and its benefits are invariably based on collecting data from city and citizens. Data is collected via sensors which create a network with peoples' smartphones and other gadgets. This study has been carried out as a literature review and the research question is "*How to observe information security when planning a Smart City?*". As a summarize from results, the most comprehensive information security threats that a smart city and city planning face are physical tracking of citizens and increasing amount of applications collecting data from people. With city planning, these threats should be paid attention to by securing the systems and planning the data management process carefully. Information security issues in smart city can affect in an individuals' privacy, integrity, or availability. When planning a smart city project, these information security rights of a citizen must be secured: Privacy of information, Integrity of information and availability of information.

Keywords: Information Security, Smart City, City planning, Internet of Things

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Datalokit älykaupungista kerättävään dataan (mukaelma Elmaghrabyn ja Losavion (2014) kuviosta).....	9
TAULUKKO 2 Tietoturvan huomioiminen kaupunkisuunnittelussa.....	16

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
TAULUKOT	4
SISÄLLYS.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 ÄLYKAUPUNGIT JA KAUPUNKISUUNNITTELU.....	8
2.1 Älykaupunki.....	8
2.2 Kaupunkisuunnittelun määritelmä ja osa-alueet.....	9
2.2.1 Älykäs talous.....	10
2.2.2 Älykäs liikkuvuus	10
2.2.3 Älykäs ympäristö	11
2.2.4 Älykkäät ihmiset	11
2.2.5 Älykäs asuminen	12
2.2.6 Älykäs hallinto.....	12
3 TIETOTURVA.....	13
3.1 Tietoturvan määritelmä ja erikoispiirteet.....	13
3.2 Tietoturvan osa-alueet	14
4 TIETOTURVAN HUOMIOIMINEN KAUPUNKISUUNNITTELUSSA	15
5 YHTEENVETO	18
LÄHTEET	20
LIITE 1 ENSIMMÄINEN LIITE.....	23

1 JOHDANTO

Alawadhi ym. (2012) mukaan vuonna 2010 yli puolet maailman väestöstä asui kaupunkialueella. Odotetaan, että vuoteen 2050 mennessä kolme neljäsosaa maailman väestöstä asuu kaupunkialueella. Väestönkasvu kaupunkialueilla vaatii kaupunginhallinnolta uusia ratkaisuja, jotta kaupungin palvelut ja infrastruktuuri palvelevat asukkaiden tarpeita mahdollisimman tehokkaasti. Tehokain vaihtoehto kaupungin kehittämiseen on integroida älykästä teknologiaa kaupunkiin ja sen kehittämiseen. (Alawadhi ym., 2012) Tätä varten kaupungeilta vaaditaan kaupunkisuunnittelua kaikilla kaupungin osa-alueilla. Kaupunkisuunnittelulla tarkoitetaan kaupungin ja sen eri osa-alueiden kehittämistä tavoitteena parantaa kaupungin asukkaiden elämänlaatua, järjestelmien tehokkuutta ja vaikuttavuutta sekä ympäristönsuojelua. (Handy, Boarnet, Ewing & Killingsworth, 2002.) Kaupunkisuunnittelu voidaan jakaa kuuteen osa-alueeseen, jotka ovat talous, liikkuvuus, ympäristö, hallinto, ihmiset sekä asuminen. (Zygiaris, 2013.)

Myöskin älykaupunkihankkeet ovat lisääntyneet viimeisten vuosien aikana merkittävästi. Älykkäät ratkaisut perustuvat hankkeissa poikkeuksetta datan keräämiseen erilaisilla sensoreilla kaupungin asukkaista (Rathore, Ahmad, Paul & Rho, 2016), joka nostaa esille kysymyksen yksilön tietoturvasta ja tietoturvariskeistä.

Tämän kandidaatintutkielman tarkoituksena on selvittää yksilön kannalta potentiaalisia tietoturvariskejä älykaupunkiratkaisuissa. Tutkimuskysymyksenä toimii *"Miten älykaupunkisuunnittelussa tulee huomioida tietoturva?"* Lisäksi tutkielmassa määritellään käsitteinä älykaupunki sekä tietoturva, ja esitellään älykaupungissa esiintyviä tietoturvauhkia.

Tutkielma toteutetaan kirjallisuuskatsauksena, joten kaikki määritelmät sekä johtopäätökset perustuvat lähdekirjallisuuteen. Lähdekirjallisuutta on etsitty Google Scholar -hakukoneesta hakusanoilla: "Smart City", "Information Security", "City Planning", "Security Issues" ja "Cyber Security". Lähdekirjallisuutta aiheesta löytyy paljon. Tietoturvaan liittyvää kirjallisuutta on todella pitkältä aikaväliltä, jolloin kirjallisuuden etsinnässä tuli panostaa huomattavasti oikeaan rajaamiseen. Älykaupungeista kertovaa kirjallisuutta oli myöskin paljon ja se oli

pääosin todella ajankohtaista. Tähän liittyen haasteena oli löytää tutkimusta pidemmällä aikavälillä.

Tutkielma sisältää johdannon lisäksi neljä lukua, joista toisessa määritellään älykaupunki sekä käsitellään älykaupunkisuunnittelua. Kolmannessa luvussa esitellään tietoturvan käsite sekä tietoturvaan liittyviä sovelluksia. Neljännessä luvussa esitellään älykaupunkien tietoturvaohjelmia ja tietoturvan huomioimista älykaupunkisuunnittelussa. Viides luku on yhteenveto tutkielmasta.

2 ÄLYKAUPUNGIT JA KAUPUNKISUUNNITTELU

Tässä luvussa esitellään käsitteinä älykaupunki sekä kaupunkisuunnittelu, ja syvennyttään tulevaisuuden kaupunkisuunnitteluun.

2.1 Älykaupunki

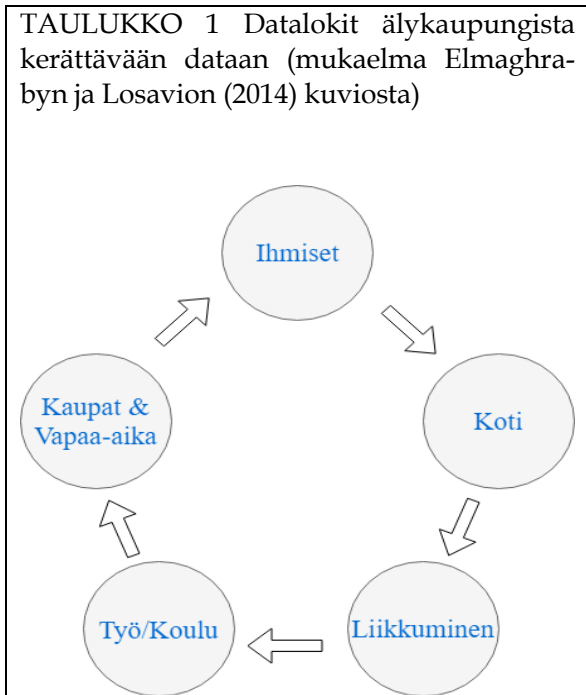
Vuodesta 2008 lähtien maapallolla on ollut enemmän laitteita yhdistettynä internetiin kuin ihmisiä. On arvioitu, että vuonna 2020 internetiin yhdistettyjä laitteita on yli 50 miljardia. Tämä luo mahdollisuuden käyttää esineiden internetiä elämän laadun parantamiseen. Esineiden internet mahdollistaa esimerkiksi hyvinvointisovellusten kautta monenlaisen datankeruun ihmisten hyvinvoinnista erilaisilla sensoreilla jotka ovat yhdistettynä toisiinsa ja älylaitteella käytettävään sovellukseen. Esineiden internetin kautta internet ei ole enää pelkästään tietokoneiden verkosto, vaan internet muodostaa miljardien älylaitteiden verkoston. (Rathore, Ahmad, Paul & Rho, 2015.) Wortmann & Flüchter (2015) esittelevät useita määritelmiä esineiden internetille. Tämän tutkielman kannalta oleellisin määritelmä on kansainvälisen televiestintäliiton (2012) määritelmä: ”Gloaali infrastruktuuri informaatioyhteiskunnalle, joka mahdollistaa kehittyneet palvelut yhteydessä toisiinsa olevia (fyysisiä ja virtuaalisia) esineitä, hyödyntäen olemassa olevaa sekä kehittyvää yhteentoimivaa tieto- ja viestintäteknologiaa”.

Älykaupunki käsitteenä ei ole täysin selkeä, mutta se voidaan määritellä ainakin seuraavasti: ”tieto- ja viestintätekniiikan käyttämistä tunnistamaan, analysoimaan ja integroimaan oleellista tietoa kaupungin ydinjärjestelmissä”. Samalla älykaupunki voi reagoida älykkäästi erilaisiin tarpeisiin sisältäen arkielämän, ympäristönsuojelun, turvallisuuden sekä kaupungin palvelut. (Su, Li & Fu, 2011.) Älykaupunkina voidaan pitää siis käytännössä kaupunkia, jossa käytetään tieto- ja viestintäteknologiaa datan keräämiseen ja hyödynnetään tätä dataa kaupungin päätöksenteossa. (Jin, Gubbi, Marusic & Palaniswami, 2014) Älykaupungin käsite eroaa esimerkiksi digitaalisen

kaupungin käsitteestä siinä, että vaikka älykaupungissa keskitytään paljon tieto- ja viestintäteknologian käyttöön kaupungissa, huomioidaan yhä enemmän myöskin koulutukselliseen sekä sosiaaliseen pääomaan, sekä ympäristönsuojeluun. (Lombardi, Giordano, Farouh & Yousef, 2012.) Kumar & Dahiya (2017) määrittelevät kaupungin ihmisten asuttamana alueena, joka esitetään muodostuvan homogeenisestä kokonaisuudesta jolla on selkeät rajat.

Yhtenä paradigmana älykaupunkeihin liittyen voidaan käyttää älykaupungin, sen komponenttien sekä asukkaiden muodostamaa kokonaisuutta, jossa osat ovat **instrumentoitu**, **yhteydessä toisiinsa** sekä **älykkäitä**. Tätä kutsutaan "IN3"-teoriaksi, jossa **instrumentit** tarkoittavat kaupungin sensoreita sekä asukkaiden laitteita, jotka muodostavat sensoreiden verkoston. Nämä sensorit ovat **yhteydessä toisiinsa**, jolloin tieto ja data liikkuvat sensoreiden verkostossa. Tätä dataa analysoidaan ja hyödynnetään päätöksenteossa, jolloin älykaupunki toimii **älykkäästi**. (Elmaghraby & Losavio, 2014.) Päätöksenteon tueksi älykaupungista kerättävä data jaotellaan datalokeihin (TAULUKKO 1). IN3-teoriasta lisää ja sen vaikutuksesta yksilön tietoturvaan luvussa 4.

TAULUKKO 1 Datalokit älykaupungista kerättävään dataan (mukaeltu Elmaghraby ja Losavion (2014) kuviosta)



2.2 Kaupunkisuunnittelun määritelmä ja osa-alueet

Tulevaisuuden älykaupunkeja suunnitellessa tulee ottaa huomioon useita eri kaupunkisuunnittelun osa-alueita. Kaupunkisuunnittelulla tarkoitetaan kaupungin ja sen eri osa-alueiden kehittämistä tavoitteena parantaa kaupungin asukkaiden elämänlaatua, järjestelmien tehokkuutta ja vaikuttavuutta sekä ympäristönsuojelua. Kaupunkisuunnittelulla pyritään siis kehittämään koko kau-

pungin yhteisön hyvinvointia. (Handy ym., 2002.) Tässä kappaleessa esitellään kaupunkisuunnittelun eri osa-alueita ja mitä älykästä teknologiaa kullakin osa-alueella voidaan hyödyntää. Älykaupunki ja kaupunkisuunnittelu voidaan jakaa karkeasti seuraaviin osa-alueisiin: Älykäs talous, älykäs liikkuvuus, älykäs ympäristö, älykkäät ihmiset, älykäs asuminen, sekä älykäs hallinto. (Zygiaris, 2013.) Seuraavaksi käsitellään tarkemmin jokaista osa-aluetta ja miten ne näkyvät älykaupungissa.

2.2.1 Älykäs talous

Älykäs talous kuvataan innovatiivisena, yrittäjähenkisenä, työmarkkinoiden osalta joustavana, kansainväliset markkinat huomioonottavana sekä muutostykyisenä (Vanolo, 2014). Barcelonan kaupungissa älykäs talous näkyy esimerkiksi laboratoriahankkeina, joiden tarkoituksena on kehittää innovaatioita yhteistoiminnallisesti käyttäjille tosielämän ympäristöön, sekä uusien teknologioiden ja palveluiden implementoimisena kaupungin asukkaiden käyttöön. (Bakıcı, Almirall & Wareham, 2013.) Kumar ja Dahiya (2017) painottavat älykaupungin taloudessa erityisesti innovaatioita ja teknologiaa ajamassa älykaupunkia eteenpäin. Älykaupunki on taloudellisesti kilpailukykyinen globaalissa mittakaavassa ja tarjoaa asukkailleen paikallisia palveluita. Älykaupungin toiminta on tuottavaa ja sen talous kasvaa. Se on myös mielenkiintoinen matkustuksen kohde turisteille. Älykkään talousjärjestelmän määrittää myös sen asukkaiden henkinen pääoma: tietämys, taidot, luovuus sekä yritteliäisyys. Tieto- ja viestintäteknikka on integroitu älykaupungin talousjärjestelmän kaikille osa-alueille. (Kumar & Dahiya, 2017.)

2.2.2 Älykäs liikkuvuus

Älykäs liikkuvuus toteutuu paikallisen liikkumisen helppoutena, ICT:n hyvänä saatavuutena, sekä modernina ja turvallisena matkustamisena (Vanolo, 2014). Barcelonassa tämä näkyy esimerkiksi moottoriteiden rakentamisessa ja kehittämisessä, sekä junaliikennepalveluiden ja liikenneinfrastruktuurin tehostamisessa kaupunkilaisten käyttöön. (Bakıcı ym., 2013.) Liikkuvuuden ja liikenneinfrastruktuurin kanssa panostetaan myös erityisesti ympäristöystävälliseen tapaan liikkua. Infrastruktuuria kehitetään esimerkiksi sensorien avulla, joilla saadaan dataa siitä, mitä reittejä ihmiset liikkuvat kaupungissa ja milloin reitit ovat ruuhkaisia. Näiden sensorien avulla siis kerätään dataa kaupungin asukkaista ja heidän liikkumisestaan kaupungissa, jotta infrastruktuuria pystytään kehittämään kaupungin asukkaita palvelevammaksi sekä sujuvaksi. (Lazaroiu & Roscia, 2012.)

Älykkään teknologian hyödyntäminen kaupungin infrastruktuurin suunnittelussa sekä teknologian integroiminen liikenteeseen on tärkeää, sillä ajoneuvojen määrä kasvaa nopeasti suurissa kaupungeissa, joka luo haasteita liikenteen hallintaan ja infrastruktuurin suunnitteluun. Teknologia täten tehostaa liikenteen suunnittelua ja hallintaa sekä ehkäisee liiallisia ruuhkia

suurissa kaupungeissa. (Ning, Xia, Ullah, Kong & Hu, 2017.) Benevolo, Dameri ja D'Auria (2016) listaavat älykkään liikkuvuuden kuusi tärkeintä päämäärää, jotka ovat ilmansaasteiden, liikenneuhkien, meluhaittojen sekä matkustuskulujen vähentäminen sekä ihmisten turvallisuuden lisääminen ja matkustusaikojen kehittäminen. Keinoja näiden päämäärien saavuttamiseen ovat esimerkiksi julkisen sekä yksityisen liikenteen sähkökäyttöiset ajoneuvot, automatisoitu ajaminen, yhteiskäyttöiset autot, pyöräilyreittien kehittäminen, parkkialueiden käytön tehostaminen sekä verotuksen muokkaaminen ekologisuuden mukaan. (Benevolo ym., 2016.)

2.2.3 Älykäs ympäristö

Älykkäällä ympäristöllä pyritään luonnonmukaisten olosuhteiden kiinnostavuuteen, saastuttamisen vähenemistä sekä ympäristöä säästävien resurssien hallintaa (Vanolo, 2014). Älykaupungin ympäristö nähdään sekä vihreänä ja ympäristöystävällisenä sekä puhtaana roskista ja jätteistä. Ympäristöystävällisyyden näkökulman lisäksi kaupungin asuinalueet nähdään omaleimaisina jotka kannustavat yhteisölliseen naapurustoon. (Kumar & Dahiya, 2017.) Kaupungissa optimoidaan esimerkiksi veden ja sähkön käyttö. Ympäristön kannalta tieto- ja viestintäteknikkaa integroidaan erityisesti ympäristönsuojeluun sekä saastuttamisen ja roskaamisen vähentämiseen. Älykaupungissa voidaan asettaa esimerkiksi täyttyessä hälyttäviä sensoreita kaupungin tyhjennettäviin roskakoreihin, jotta voidaan optimoida tyhjentäminen sekä jätehuollon ajoneuvojen reitit. Älykaupungissa käytetään teknologiaa ja sensoreita myös hiilidioksidipäästöjen mittaamiseen ja vähentämiseen. (Albino, Berardi & Dangelico, 2015.) Älykaupungin älykkään ympäristön tärkeimpänä tehtävänä voidaan kuitenkin sanoa olevan kaupungin ilmaston parantaminen ja kasvihuonekaasujen sekä ilmanlaadun mittaaminen. (Zhang, Ni, Yang, Liang, Ren & Shen, 2017.)

2.2.4 Älykkäät ihmiset

Älykkäät ihmiset määritellään ihmisen ja sosiaalisen pääoman pätevyytensä, joustavuutena, luovuutena, suvaitsevuutena, kansainvälisenä ajatteluna, sekä osallistumisena julkiseen keskusteluun (Vanolo, 2014). Kaupungin osa-alueissa ihmiset nähdään muihin viiteen osa-alueeseen nähden eri puolella, palveluiden käyttäjänä. Kaupungin asukkaat osallistuvat yhteisönä kaupungin kehittämiseen luoden arvoa palveluille käyttäjänä. Kaupunki tuntee asukkaiden tarpeet hyvin ja pystyy vastaamaan niihin palveluillaan. Ihmiset ovat osa kaupungin älykästä järjestelmää varustettuina älylaitteilla, jotka toimivat osana sensorien verkkoa. (Alawadhi ym., 2012.) Älykaupungissa ihmisten koulutustaso on pääsääntöisesti korkea, ja asukkaat omaksuvat jatkuvan oppimisen elämässään. Kaupungin asukkaiden tietotekniset taidot ovat hyvällä tasolla. (Albino, Berardi & Dangelico, 2015.) Myöskin kaupungin yliopistot ja muut koulutuslaitokset ovat mukana kaupungin kehittämisessä ja kaikessa toiminnassa. Koulutuslai-

toksissa hyödynnetään tieto- ja viestintäteknikkaa opetuskäytössä verkko-opetuksen muodossa. Kaupungin asukkaat pystyvät mukautumaan muutokseen, he ovat avoinmielisiä ja omaavat terveelliset elämäntavat. (Kumar & Dahiya, 2017.)

2.2.5 Älykäs asuminen

Älykäs asuminen sisältää hyvän elämänlaadun, kulttuuri- ja koulutuspalveluiden hyvän saatavuuden, turistien kiinnostumisen, sosiaalisen yhteenkuuluvuuden, terveellisen ympäristön, henkilökohtaisen turvallisuuden sekä asunnon (Vanolo, 2014). Asumiseen liittyy myös vahvasti älykkään teknologian implementoiminen asuntoihin sekä asuinalueille. Teknologialla voidaan pyrkiä esimerkiksi parantamaan asukkaiden turvallisuutta tai kehittämään asuinalueiden palveluita. Älykaupungissa asuinalueiden palvelut ovat kohdistettuja asuinalueen asukkaille. Asumisessa otetaan huomioon lasten ja vanhusten hyvinvointi ja turvallisuus. (Kumar & Dahiya, 2017.) Esimerkiksi Barcelonan älykaupunkihankkeessa on panostettu asumisen osalta erityisesti asuinalueiden esteettömyyteen ja palveluiden saatavuuteen. (Bakıcı ym., 2013.) Kaupungin asukkaiden kodeissa älykäs asuminen voi näkyä myös esimerkiksi energiatehokkuuden hallittavuutena, asumismukavuutta lisäävinä sovelluksina ja lämmön- sekä kosteudensäätelyn automatisoitumisena. Älykkäät sovellukset mahdollistavat myös helpomman kierrätyksen sekä jätteiden lajittelun hallitsemisen. (Zhang ym., 2017.)

2.2.6 Älykäs hallinto

Älykäs hallinto tarkoittaa asioita, jotka liittyvät päätöksentekoprosessiin, hallintatapojen läpinäkyvyyteen, julkisten palveluiden saatavuuteen sekä poliittisten strategioiden laadukkuuteen (Vanolo, 2014). Älykaupungissa päätöksenteko perustuu kerättyyn ja analysoituun dataan, jota sensorien ja älylaitteiden verkosto tarjoaa päätöksenteon tueksi. Kaupungin asukkaat ovat osa päätöksentekoprosessia ja he pääsevät osallistumaan poliittisiin päätöksiin koskien esimerkiksi budjetointia sekä kaupunkisuunnittelua. Päätöksentekoon ja keskusteluun käytetään tieto- ja viestintäteknikkaa sekä verkkoalustoja. Älykäs hallinto näkyy kaupungissa kansalaisten kasvavana tyytyväisyytenä poliittista järjestelmää kohtaan. (Kumar & Dahiya, 2017.) Älykäs hallinto voidaan nähdä myöskin älykaupungin johtamisena, sillä älykkääseen hallintoon liittyy olennaisena osana myöskin poliittiset valinnat älykkään teknologian implementoinnista kaupunkiin. Toisin sanottuna älykäs hallinto voidaan nähdä vain kaupungin hallinnon päätöksenä panostaa älykkääseen teknologiaan kaupungissa. Toinen näkökulma älykkääseen hallintoon on nimenomaan innovatiivisen ja älykkään teknologian ja sensoriverkosta kerätyn datan hyödyntäminen hallinnossa sekä kaikissa päätöksentekoprosesseissa. (Meijer & Bolívar, 2016.)

3 TIETOTURVA

Tässä luvussa määritellään käsitteenä tietoturva sekä esitellään tietoturvaan liittyviä sovelluksia ja erikoispiirteitä sekä älykaupungin kohtaamia potentiaalisia tietoturvauhkia.

3.1 Tietoturvan määritelmä ja erikoispiirteet

Tietoturva voidaan määritellä esimerkiksi informaation ja sitä käsittelevien järjestelmien ja laitteiden suojaamiseksi. Tietoturvaan liittyy aina organisaatio- tai ihmisryhmäkohtaisesti tietyt säännöt informaation suojaamiseksi, joita kutsutaan tietoturvapoliitikaksi (Whitman & Mattord, 2012). Yksilön tietoturvaan liittyy myös käsite koetusta tietoturvasta. Huang, Lau ja Salvendy esittävät tutkimuksessaan koetun tietoturvan pääelementeiksi tiedostamisen, vaikuttamismahdollisuuden, kontrolloitavuuden ja tietoisuuden. Tutkimuksen esittämät suurimmat yksilön tietoturvauhat ovat tietojärjestelmiin murtautujat, haittaohjelmat sekä salaisesti toimivat ohjelmat. (Huang, Rau & Salvendy, 2010.) Williams (2011) jakaa tietoturvan kahteen osaan, tiedon ja turvallisuuden käsitteiden yhdistämiseen. Turvallisuuden Williams (2001) liittää tärkeiden etujen suojelemisena tai omaisuuden menettämisen sekä sääntöjen vastaisen kertomisen tai vahingoittamisen estämisenä. Tietoturvan kontekstissa tärkeinä etuina ja omaisuutena pidetään tietoa, eli dataa tai informaatiota elektronisessa muodossa. Tätä dataa tai informaatiota suojellaan uhkia vastaan, jotta se ei katoa, päädy väärin käsiin tai sitä ei käytetä väärin. (Williams, 2001.)

Yksityisyys, loukkaamattomuus ja saatavuus ovat kolme tietoturvan näkökulmaa, jotka huomioidaan tietoturvallisuutta suunnitellessa. Näistä **yksityisyys** tarkoittaa, että tietyn informaation näkemiseen ja hallintaan saa olla oikeus vain niille, joille informaatio kuuluu, eikä kenellekään muulle. Tästä esimerkkinä sähköpostiviestit, joiden näkemiseen on oikeus vain viestin lähettäjällä sekä vastaanottajalla. **Loukkaamattomuus** taas tarkoittaa sitä, että dataa tai informaatiota ei pysty muuttamaan kukaan jolla ei siihen ole oikeutta. Jos dataa pys-

tyy muokkaamaan, niin sen omistaja saa vähintäänkin tiedon siitä, että dataa on muokattu. Esimerkiksi sähköpostiviestiä, joka kulkee henkilöltä A henkilölle B, ei voi välissä muokata henkilö C ja lähettää edelleen henkilölle B, ilman että henkilö B tiedostaa muutosta. **Saatavuus** taas kuvaa sitä, että datan tai informaation näkemiseen oikeutettu henkilö todella pääsee käsiksi tietoon silloin kun hänen tarvitsee. (Ferraz & Ferraz, 2014.)

3.2 Tietoturvan osa-alueet

Älykaupunkien muodostumisen johdosta kohtaamme yhä uusia haasteita liittyen turvallisuuteen sekä yksityisyyteemme. Älypuhelinien ja -laitteiden lisäksi yhteydessä toisiinsa alkaa olla erilaisia sensoreita, turvallisuuslaitteita sekä -sovelluksia. Myös kotimme ja automme ovat matkalla osaksi esineiden internetiä. (Elmaghraby & Losavio, 2014.) Älykaupungeissa pyritään saavuttamaan tehokkaampia palveluja sekä säästämään kustannuksissa. Tärkein velvollisuus on kuitenkin asukkaiden turvallisuus. Elmaghrabyn ja Losavion (2014) mukaan tietoturvaan liittyen tulee turvata kolme tärkeintä osa-aluetta, jotka ovat:

- 1) Informaation yksityisyys ja luottamuksellisuus
- 2) Informaation loukkaamattomuus ja luotettavuus
- 3) Informaation saatavuus sitä käyttäville

Nämä yksilön yksityisyysoikeudet pitää huomioida älykaupunkisuunnittelussa ja ovat haaste älykaupungin toimintaperiaatteen kannalta. Yleiset periaatteet kaupunkilaisten tietoturvan säilyttämiseksi ovat seuraavat:

- 1) Kotona tapahtuvien asioiden osalta asukkaiden tietoturvan suojaaminen on korkeimmalla tasolla
- 2) Kodin ulkopuolelle laajenevat aktiviteetit ovat yhä suojattuja, mutta suojausten taso voi vaihdella, oleellista on että "riittävä yksityisyys" säilyy
- 3) Julkisella paikalla tapahtuvat aktiviteetit tai kolmansien osapuolten osallistaminen laskee tai poistaa tietoturvan suojaamisen
- 4) Aktiviteetit, joihin liittyy julkista sääntelyä voivat poistaa tietoturvasuojan, etenkin jos datan kerääminen on osa julkisten palveluiden käyttö-lupaa
- 5) Dataa voidaan kerätä, seurata ja käyttää datankeruun kohteen luvalla.

Edellä mainitut huomioon ottaen, älykaupungin toimintaan liittyvät datankeruuprosessit voidaan viedä läpi luvan kanssa, mutta älykaupungin tuomat hyödyt esimerkiksi paikallispalvelujen suhteen voivat luoda riskejä. (Elmaghrabyn & Losavion, 2014.)

4 Tietoturvan huomioiminen kaupunkisuunnittelussa

Kuten aikaisemmin mainittu, kaupunkisuunnittelu voidaan jakaa kuuteen eri kokonaisuuteen, jotka ovat talous, liikkuvuus, ympäristö, hallinto, ihmiset ja asuminen (Vanolo, 2014). Tietoturva älykaupungissa taas voidaan jakaa kolmeen eri osa-alueeseen, jotka ovat informaation yksityisyys ja luottamuksellisuus, informaation loukkaamattomuus ja luotettavuus sekä informaation saataavuus (Elmagraphy & Losavio, 2014). Samaan aikaan kun älykaupunki kerää yksityistä ja arkaluontoistakin tietoa kaupungin asukkaista ja ympäristöstä, sen pitää pystyä prosessoimaan tietoa ilman että se aiheuttaa yksityisten henkilöiden tietoturvan vahingoittamista (Zhang ym., 2017). Seuraavaksi esitellään tietoturvahkien huomioimista kaupunkisuunnittelussa.

Dutta ja McCrohan (2002) esittävät, että yletön rahankäyttö ei ole tietoturvan kannalta aina paras vaihtoehto, vaan se voi jopa laskea tietoturvan tehokkuutta, jos järjestelmiä on useita ja ne on hajautettu liikaa. Tämä vaatii kaupungin johdolta päätöksiä tietoturvallisuuden kannalta kriittisten teknologiainfrastruktuurien valitsemiseen. (Dutta & McCrohan, 2002.) Älykaupungissa kaupungin asukkaiden liikkeitä paikasta toiseen seurataan sensorteknologian avulla, jotta voidaan optimoida liikennettä sekä infrastruktuuria. Tämä luo tietoturvan asukkaiden seurannasta ja yksityisyyden mahdollisena heikkene-misenä. Tässä dataa käsittelevän organisaation vastuulla on huolehtia datankäsittelyprosessien huolellisuudesta ja suojauksesta. (Ferraz & Ferraz, 2014.)

Älykkäässä hallinnossa kaupungin asukkaita osallistetaan yhä enemmän kaupungin päätöksentekoon erilaisia verkkoalustoja hyödyntäen. Asukkaat voivat olla esimerkiksi päätöksenteon osalta vuorovaikutuksessa kaupungin päättävän elimen kanssa, jolloin kansalaisten ääntä saadaan esille päätöksenteossa. (Mellouli, Luna-Reyes & Zhang, 2014) Williams (2001) esittää hallinnon tietoturvan kannalta tärkeimmiksi seikoiksi. Tämän vuoksi on tärkeää, että älykaupungissa panostetaan erityisesti näihin näkökulmiin suunniteltaessa älykkäässä hallinnossa käytettäviä teknologiaratkaisuja sekä niiden tietoturvallisuutta. Tärkeimpänä tehtävän älykkään hallinnon suunnittelussa on suojella datan ja informaation muokkaamista niiden toimesta, jolla ei siihen ole

oikeutta, sekä varmistaa että oikeus datan ja informaation tarkasteluun on vain siihen oikeutetuilla. (Williams, 2001.)

Asukkaiden käyttämät kodin sovellukset ovat myös yhteydessä kaupungin järjestelmiin keräten dataa esimerkiksi energian, sähkön ja veden käytöstä. Tähän liittyen on pidettävä huoli asukkaiden tietoisuudesta palveluntarjoajien luotettavuudesta. (Zhang ym., 2017)

Älykaupungissa kaupungin asukkaista on suuri määrä dataa järjestelmissä. Osa datasta voi käsitellä ihmisten yksityistäkin elämää, jolloin kaupunkiin kohdistuvien tietomurtojen seuraukset voivat olla asukkaalle kannalta todella vakavat. (Wang, Ali & Kelly, 2015.) Asukkaat osallistuvat kaupungin kehittämiseen palvelujen käyttäjänä, jolloin heidän on myös hyväksyttävä datan kerääminen heihin liittyen. Jo älylaitteen omistaminen tuo asukkaalle käytännössä osaksi sensorien verkostoa älykaupungissa. (Alawadhi ym., 2012.) Tässä tilanteessa kaupungin asukkaalla ei käytännössä siis ole mahdollisuutta kieltäytyä teknologiasta. Asukkaalle jää käytännössä ainoastaan mahdollisuus luottaa palveluntarjoajiin ja heidän datankäsittelyprosesseihinsa. Uhkien ehkäisemiseksi sekä prosessien tietoturvallisuuden takaamiseksi asukkaiden tietoisuutta palveluntarjoajien luotettavuudesta on pyrittävä lisäämään. (Piro, Cianci, Grieco, Boggia & Camarda, 2014.)

Asumiseen liittyen älykaupungin järjestelmistä löytyvät asukkaiden osoitetiedot sekä palveluihin liittyvät kiinnostuksen kohteet. (Zhang ym., 2017) Tässä yhtälössä syntyy tietoturva-uhka, sillä kotona käytettävät sovellukset voivat olla ulkoisen palveluntarjoajan tuottamia, jolloin varmuutta tietoturvasta ei aina ole. Myöskin älykaupungin käyttämiin järjestelmiin kohdistuvat tietomurrot ovat riski järjestelmistä löytyvän datamäärän johdosta. (Zhang ym., 2017; Wang ym., 2015) Näiden uhkien ehkäisemiseksi asuinalueiden palvelujen kehittämiseen tähtäävien datankäsittelyprosessien tulee olla suojattuja ja suunniteltuja sekä niin asunnoissa käytettävien sovellusten kuin kaupungin käyttämien järjestelmien tietoturva ja suojaustaso tulee olla riittävällä tasolla. (Zhang ym., 2017) Kotioloissa kaupungin on myös pystyttävä huolehtimaan Elmaghrabyn ja Losavion (2014) esittämästä kotona tapahtuvien asioiden tietoturvan suojaamisen korkeimmasta tasosta.

TAULUKKO 2 Tietoturvan huomioiminen kaupunkisuunnittelussa

Kaupunkisuunnittelun osa-alue (Vanolo, 2014)	Tietoturva-uhka	Huomioitavaa kaupunkisuunnittelussa	Lähde
Talous	Rahankäytön lisääminen turvallisuuteen voi aiheuttaa tietoturvan tehokkuuden	Vaaditaan kaupungin johdolta tietoa päätöksenteon tueksi liittyen tietoturvan kannalta kriittisten-	Dutta & McCrohan, 2002.

	laskemisen.	teknologiainfrastruktuuriin valintaan.	
Liikkuvuus	Asukkaiden fyysinen seuranta.	Asukkaiden liikkeiden seurannasta kerättävä data tulee käsitellä vastuujärjestelmässä suojausti.	Ferraz & Ferraz, 2014.
Ympäristö	Kotona käytettävien sovellusten keräämä data.	Asukkaiden tietoisuuden lisääminen palveluntarjoajien luotettavuudesta.	Wang ym., 2015
Hallinto	Kaupungin asukkaiden osallistaminen päätöksentekoon.	Datan muokkaamattomuus niiltä, joille se oikeus ei kuulu.	Mellouli ym., 2014; Williams, 2001
Ihmiset	Tietomurrot, arkaluontoinen tieto yksityiselämästä. Ei mahdollisuutta kieltäytyä teknologiasta.	Asukkaiden tietoisuuden lisääminen palveluntarjoajien luotettavuudesta.	Wang ym., 2015; Piro ym., 2014
Asuminen	Asukkaiden osoitetiedot, kodin sovellukset ja niihin murtautuminen.	Datankäsittelyprosessin suojaus, sovellusten tietoturva palveluntarjoajalta.	Zhang ym., 2017; Wang ym., 2015

5 YHTEENVETO

Tässä tutkielmassa käsiteltiin tietoturva-asioita, jotka tulee huomioida älykaupunkisuunnittelussa. Tutkielman tavoitteena oli vastata tutkimuskysymykseen *"Miten älykaupunkisuunnittelussa tulee huomioida tietoturva?"*. Tutkielma toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Lähdekirjallisuuteen perehdyttäessä huomattiin, että älykaupunkeihin liittyvää ajankohtaista kirjallisuutta on todella paljon, mutta nimenomaan älykaupunkien tietoturvaongelmiin pureutuvaa kirjallisuutta oli haastavampi löytää. Tietoturvaongelmiin liittyvä lähdekirjallisuus oli myöskin käytännössä kokonaisuudessaan viime vuosien aikana julkaistua.

Tutkielman toisessa luvussa käsiteltiin Älykaupungin käsitettä sekä älykaupunkien suunnittelua. Älykaupunki voidaan määritellä kaupunkina, jossa käytetään tieto- ja viestintäteknologiaa datan keräämiseen ja hyödynnetään tätä dataa kaupungin päätöksenteossa (Jin ym., 2014). Kaupunkisuunnittelu taas tarkoittaa kaupungin ja sen eri osa-alueiden kehittämistä tavoitteena parantaa kaupungin asukkaiden elämänlaatua, järjestelmien tehokkuutta ja vaikuttavuutta sekä ympäristönsuojelua. (Handy ym., 2002.) Tutkielmassa jaoteltiin kaupunkisuunnittelu kuuteen eri osa-alueeseen, jotka ovat talous, liikkuvuus, ihmiset, ympäristö, päätöksenteko sekä asuminen. (Zygiaris, 2013.)

Kolmannessa luvussa esiteltiin tietoturvan käsite, sekä tietoturvan sovelluksia. Tietoturvan määritelmä jaettiin Williamsin (2001) mukaan kahteen osaan, tiedon ja turvallisuuden käsitteiden yhdistämiseen. Turvallisuus määriteltiin tärkeiden etujen suojelemisena tai omaisuuden menettämisen sekä sääntöjen vastaisen kertomisen tai vahingoittamisen estämisenä. Tietoturvan kontekstissa tärkeinä etuina ja omaisuutena pidetään tietoa, eli dataa tai informaatiota elektronisessa muodossa. Tätä dataa tai informaatiota suojellaan uhkia vastaan, jotta se ei katoa, päädy väärin käsiin tai sitä ei käytetä väärin. (Williams, 2001.) Tietoturvan kolme tärkeintä osa-aluetta määriteltiin Elmaghrabyn ja Losavion (2014) mukaan informaation yksityisyydeksi ja luottamuksellisuudeksi, informaation loukkaamattomuudeksi ja luotettavuudeksi sekä informaation saatavuudeksi.

Neljännessä luvussa käsiteltiin älykaupungin tietoturvaohjeita sekä niiden huomioimista kaupunkisuunnittelussa. Tutkielman tulosten dimensiot ovat älykaupunkisuunnittelun osa-alueet, sekä tietoturvaohjeet, joita kaupunki voi kohdata. Tuloksista voidaan tiivistetysti mainita, että kokonaisvaltaisimmat uhat joita älykaupunki saattaa kohdata, ovat asukkaiden seuranta sekä lisääntyvien dataa keräävien sovellusten määrä. Näihin uhkiin tulee kaupunkisuunnittelun osalta varautua järjestelmien riittävällä suojauksella ja tietoturvalla sekä datankäsittelyprosessien tarkalla suunnittelulla ja käsittelyn suojauksella.

Älykaupunkihankkeiden määrän kasvaessa tietoturvaohjeet nousevat yhä tärkeämmäksi aiheeksi tutkia. Jatkotutkimuksissa voitaisiin siis keskittyä tietyn kaupunkisuunnittelun osa-alueen tietoturvaohjeisiin, sekä toimiin joilla vältetään kerätyn datan väärinkäyttö ja suojataan siten yksilön tietoturva-oikeuksia.

LÄHTEET

- Alawadhi, S., Aldama-Nalda, A., Chourabi, H., Gil-Garcia, J. R., Leung, S., Mellouli, S., ... & Walker, S. (2012, September). Building understanding of smart city initiatives. In *International conference on electronic government* (pp. 40-53). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3-21.
- Bakıcı, T., Almirall, E., & Wareham, J. (2013). A smart city initiative: the case of Barcelona. *Journal of the Knowledge Economy*, 4(2), 135-148.
- Benevolo, C., Dameri, R. P., & D'Auria, B. (2016). Smart mobility in smart city. In *Empowering Organizations* (pp. 13-28). Springer, Cham.
- Dutta, A., & McCrohan, K. (2002). Management's role in information security in a cyber economy. *California Management Review*, 45(1), 67-87.
- Elmaghraby, A. S., & Losavio, M. M. (2014). Cyber security challenges in Smart Cities: Safety, security and privacy. *Journal of advanced research*, 5(4), 491-497.
- Ferraz, F. S., & Ferraz, C. A. G. (2014, December). Smart city security issues: depicting information security issues in the role of an urban environment. In *Proceedings of the 2014 IEEE/ACM 7th International Conference on Utility and Cloud Computing* (pp. 842-847). IEEE Computer Society.
- Handy, S. L., Boarnet, M. G., Ewing, R., & Killingsworth, R. E. (2002). How the built environment affects physical activity: views from urban planning. *American journal of preventive medicine*, 23(2), 64-73.
- Huang, D. L., Rau, P. L. P., & Salvendy, G. (2010). Perception of information security. *Behaviour & Information Technology*, 29(3), 221-232.
- ITU-T Study Group. (2012). New ITU standards define the Internet of Things and provide the blueprints for its development.
- Jin, J., Gubbi, J., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2014). An information framework for creating a smart city through internet of things. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(2), 112-121.
- Kumar, T. V., & Dahiya, B. (2017). Smart economy in smart cities. In *Smart Economy in Smart Cities* (pp. 3-76). Springer, Singapore.

- Lazaroiu, G. C., & Roscia, M. (2012). Definition methodology for the smart cities model. *Energy*, 47(1), 326-332.
- Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., & Yousef, W. (2012). Modelling the smart city performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 25(2), 137-149.
- Meijer, A., & Bolívar, M. P. R. (2016). Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance. *International Review of Administrative Sciences*, 82(2), 392-408.
- Mellouli, S., Luna-Reyes, L. F., & Zhang, J. (2014). Smart government, citizen participation and open data. *Information Polity*, 19(1, 2), 1-4.
- Ning, Z., Xia, F., Ullah, N., Kong, X., & Hu, X. (2017). Vehicular Social Networks: Enabling Smart Mobility. *IEEE Communications Magazine*, 55(5), 16-55.
- Piro, G., Cianci, I., Grieco, L. A., Boggia, G., & Camarda, P. (2014). Information centric services in smart cities. *Journal of Systems and Software*, 88, 169-188.
- Rathore, M. M., Ahmad, A., Paul, A., & Rho, S. (2016). Urban planning and building smart cities based on the internet of things using big data analytics. *Computer Networks*, 101, 63-80.
- Su, K., Li, J., & Fu, H. (2011, September). Smart city and the applications. In *Electronics, Communications and Control (ICECC), 2011 International Conference on* (pp. 1028-1031). IEEE.
- Vanolo, A. (2014). Smartmentality: The smart city as disciplinary strategy. *Urban Studies*, 51(5), 883-898.
- Wang, P., Ali, A., & Kelly, W. (2015, August). Data security and threat modeling for smart city infrastructure. In *Cyber Security of Smart Cities, Industrial Control System and Communications (SSIC), 2015 International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
- Whitman, M. E., & Mattord, H. J. (2011). *Principles of information security*. Cengage Learning.
- Williams, P. (2001). Information security governance. *Information security technical report*, 6(3), 60-70.
- Wortmann, F., & Flüchter, K. (2015). Internet of things. *Business & Information Systems Engineering*, 57(3), 221-224.
- Zhang, K., Ni, J., Yang, K., Liang, X., Ren, J., & Shen, X. S. (2017). Security and privacy in smart city applications: Challenges and solutions. *IEEE Communications Magazine*, 55(1), 122-129.

Zygiaris, S. (2013). Smart city reference model: Assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems. *Journal of the Knowledge Economy*, 4(2), 217-231.

LIITE 1 ENSIMMÄINEN LIITE

Tämä on tutkielman mahdolliselle liitteelle varattu sivu. Mikäli liitteitä on useampia, ne sijoitetaan omille sivuilleen. Eli jos tässä raportointipohjassa olisi liite kaksi, se alkaisi omalta sivultaan.