



Marko Juutinen, Olavi Kujanpää ja Mika Hyytiäinen

**Poliisiammattikorkeakoulun
digitaalinen kaksonen
koulutuksen ja viranomaistoiminnan
tukena ja kehittämisvälineenä**

Poliisiammattikorkeakoulun raportteja 144

**Poliisiammattikorkeakoulun
digitaalinen kaksonen
koulutuksen ja viranomaistoiminnan
tukena ja kehittämisvälineenä**

Marko Juutinen, Olavi Kujanpää ja Mika Hyytiäinen

Poliisiammattikorkeakoulu
Tampere, 2023

Marko Juutinen, Olavi Kujanpää ja Mika Hyytiäinen
Poliisiammattikorkeakoulun digitaalinen kaksonen
koulutuksen ja viranomaistoiminnan tukena ja kehittämisvälineenä

Poliisiammattikorkeakoulun raportteja 144
ISBN 978-951-815-431-3
ISSN 1797-5743

Grano Oy, 2023

Tiivistelmä

Digitaalinen kaksonen tarkoittaa jonkin fyysisen maailman prosessin, tuotteen, systeemin tai muun asian simulointia, kopiota tai esittämistä digitaalisesti. Käsite on kehitetty tuotantotalouden lähtökohdista ja siihen kuuluu olennaisesti kaksisuuntainen yhteys ja vuorovaikutus fyysisen ja digitaalisen välillä. Käsitteen alkuperäinen lisäarvo oli ymmärrys digitalisaation mahdollistamasta kutakin tuotetta tai prosessia koskevan tiedon tuottamisesta ja hallinnasta pitkin niiden elinkaarta. Tässä merkityksessään digitaalinen kaksonen kattaa lukuisia erityyppisiä prosesseja tuotantotaloudesta ja teollisuudesta tietotekniikkaan, big dataan ja tekoälyyn. Kaupungeista tehdyillä digitaalisilla kaksoilla voidaan tarkkailla esimerkiksi saastetilannetta ja liikennettä sekä ohjata ihmisten toimintaa tällaisen tiedon perusteella.

Poliisitoiminnassa digitaalisen kaksosen käsite on vielä melko tuntematon eikä sovelluskohteita juuri ole. Lähimmäksi pääsee digitaalisen forensiikan alalla tehdyt kolmiulotteiset rikospaikkajäljennökset, jotka eivät vastaa alkuperäisen digitaalisen kaksosen merkityssisältöä fyysisen ja reaalisen välisestä vuorovaikutusta vaan ovat lähinnä juuri kopioita. Tässä työssä tarkastellaan digitaalisen kaksosen käsitettä, merkityssisältöä ja käyttömahdollisuuksia poliisitoiminnassa. Poliisille digitaalinen kaksonen näyttäytyy toiminnan tai koulutuksen ympäristönä sekä johtamisen, turvallisuussuunnittelun ja varautumisen välineenä. Se ei ole simulaatio ja soveltuu heikosti monimutkaisen datan siirtoalustaksi. Toisin kuin tuotantotalouden ja tekniikan digitaaliset kaksoiset, poliisin näkökulmasta digitaalista kaksosta ei määritä reaalitavoinen yhteys fyysiseen ja reaalisen mallin välillä vaan toiminta mallin sisällä.

Tarkastelu perustuu kirjallisuuskatsaukseen ja Polamkissa vuosina 2022 ja 2023 Digital Twin-hankeissa tehtyyn kehittämistyöhön, jonka tuloksena on syntynyt Poliisiammattikorkeakoulun digitaalinen kaksonen. Tarkastelun lähtökohdiana on siis yksi uuden teknologian kehittämistapaus, mutta sen avulla on arvioitu yleisemmin digitaalisten kaksosten kehitys- ja käyttömahdollisuuksia sekä näihin liittyviä haasteita viranomaissektorilla.

Digitaaliset kaksoiset ovat osa digitalisaatiokehitystä ja julkisen toimintaympäristön muutosta. Tutkimusraportissa ja Polamkin Digital Twin-hankeissa tunnistettiin kuusi laajaa viranomais toiminnan teemaa, joissa teknologian kehittä-

misellä voidaan nähdä selkeitä hyötyjä paitsi toiminnan tehostamisessa myös laadun parantamisessa. Näistä teemoista ensimmäinen on kolmiulotteisesti mallinetussa ympäristössä liikkuminen ja havainnointi joko koulutustarkoituksessa fyysisestä todellisuudesta erillään tai operatiivisen toiminnan osana suorassa yhteydessä fyysisesti tapahtuvaan toimintaan. Toinen teema on tutkimuksen, todistelun ja ennalta estämisen tukeminen. Kolmas teema on johtaminen ja tilannekuva ja tässä yhteydessä erityisesti Drone 3D-tekniikan käyttö. Neljäs teema on varautuminen ja turvallisuussuunnittelu ja viides moniviranomais-toiminta. Kuudes ja näitä muita läpileikkaava ja niihin kytkeytyvä teema on virtuaalisen ja lisätyn todellisuuden hyödyntäminen.

Viranomaisten on tarpeellista ymmärtää näitä mahdollisuuksia, oppia tuntemaan uutta toimintaympäristöä ja toimimaan siinä, sekä tunnistamaan, millä tavalla uutta teknologiaa voidaan kehittää ja hyödyntää oman toiminnan ja koulutuksen kehittämiseksi. Polamkin kehittämishankkeessa tämä työ on käynnistetty. Mikään kehittämistyö ei ole mutkatonta. Haasteita asettavat digitaalisten kaksosten kustannusrakenne, osaamisen, erilaisten tietolähteiden integrointi ja yhteensopivuus, teknisten laitteiden suoritustehöt, tiedon saatavuus ja julkisuuskysymykset sekä viranomaisten omien järjestelmien ja digitaalisten kaksosten yhteensovittamisen tai yhteiskäytön kysymykset. Jatkokehityksen tarve näyttäisi olevan merkittävä. Vahva koko sisäisen turvallisuuden hallinnonalaan palveleva kehittämistyö näyttäisi edellyttävän kansallista koordinaatiota sekä kansallisen ja kansainvälisen osaamisen keskittämistä. Tämän hankkeen tuotoksena syntynyt digitaalinen kaksonen soveltuu sellaisenaan vähintään kohtuullisen hyvin koulutusympäristöksi, mutta laajempi käyttö edellyttää suurten kysymysten ratkaisua tuotteen ja alustan luonteesta, omistajuudesta ja tietoturvasta alkaen.

Avainsanat: digitaalinen kaksonen, poliisi, kirjallisuuskatsaus, kehitystoiminta

Sammanfattning

En digital tvilling är en digital kopia, representation eller simulation av någon process, produkt eller system från den fysiska världen. Konceptet har utvecklats i industriell sammanhang, och det innebär i huvudsak en tvåvägsanslutning och interaktion mellan det fysiska och digitala. Konceptets ursprungliga användningsområde var konceptualiseringen av hur en digital kopia kunde sammanknipas för kontroll, optimering och produktutveckling med den fysiska produkten under hela dess livscykel. I den meningen omfattar den digitala tvillingen många olika typer av processer, från industriell teknik och industri till informationsteknik, "big data" och artificiell intelligens. Med hjälp av digitala tvillingar av städer kan man följa till exempel föroreningsituationen och trafiken och styra människors agerande utifrån uppgifterna.

Inom polisen är begreppet digital tvilling fortfarande relativt okänt och det finns knappt några tillämpningar. Det närmaste är tredimensionella brottsplatskopior gjorda inom digital kriminalteknik, som inte motsvarar betydelsen av den ursprungliga digitala tvillingen, interaktionen mellan det fysiska och det verkliga. De är i huvudsak kopior. Denna studie undersöker begreppets transformation, innebörd och teknikens potentiella användningsområden inom polisarbete. För polisen framstår den digitala tvillingen som en miljö för verksamhet eller utbildning, samt ett verktyg för ledarskap, säkerhetsplanering och beredskap. Det är inte en simulering och är dåligt lämpad som en plattform för överföring av komplexa data. Till skillnad från de digitala tvillingarna i industriella sammanhang definieras den digitala tvillingen ur polisens synvinkel inte av realtidkoppling mellan de fysiska och verkliga modellerna, utan av verksamhet och aktiviteter inom modellen.

Granskningen i detta arbete baserar sig på en litteraturgenomgång och utvecklingsarbete som genomfördes vid Polisyreshögskola 2022 och 2023 och som resulterade i Polamks digitala tvilling. Utgångspunkten är alltså en viss teknologisk tillämpning men baserad på denna case evalueras här den utvecklings och användningspotential som teknologin mer generellt sätt kan tänkas ha samt vilka utmaningar som bör övervinnas.

Digitala tvillingar är en del av digitaliseringen och en av förändringsfaktorerna i den offentliga verksamhetsmiljön. I den här granskningen likaväl som inom

Polamks Digital Twin -projektet kunde man identifiera sex breda teman där digitala tvillingar kan ses som en framtida medel för att både arbeta mer effektivt och att skapa en kvalitetshöjning inom de offentliga säkerhetsmyndigheterna. Det första av dessa teman är att röra sig och observera i en tredimensionell miljö, antingen i utbildningssyfte skilt från den fysiska verkligheten eller som en del av operativ verksamhet i direkt relation med fysiska aktiviteter. Det andra temat är utredning, framföring av bevisning och förebyggande arbete. Det tredje temat är operativ ledning och situationsmedvetenhet (och i detta sammanhang särskilt användningen av Drone 3D-teknik). Det fjärde temat är beredskaps- och säkerhetsplanering och det femte är myndighetsövergripande verksamhet. Det sjätte temat, som korsar och anknyter till de övriga, är utnyttjandet av virtuell och förstärkt verklighet.

Myndigheterna bör anpassa sig till och kunna dra nytta av teknologiska förändringar. Det är således viktigt att man studerar, lär förstå och så småningom kan identifiera hur en ny teknik kan tillämpas eller vilka effekter den kan ha för myndighetens verksamhetsmiljö. Inom Polisyreshögskolans utvecklingsprojekt har detta arbete inletts. Inget utvecklingsarbete är okomplicerat. De utmaningar som påverkar digitala tvillingars utnyttjande inkluderar kostnadsstrukturen, integrationen och kompatibiliteten mellan olika datakällor, den tekniska utrustningens prestanda, tillgången till information, offentlighetsfrågor samt hur digitala tvillingar och myndigheternas egna system kan användas sida vid sida eller till och med integreras till en viss punkt. Behovet av ytterligare utvecklingsarbete verkar vara betydande. Ett utvecklingsarbete som betjänar hela förvaltningsområdet för den inre säkerheten ser ut att kräva nationell samordning samt tillgång till och utnyttjande av nationell och internationell kompetens. Som sådan är den digitala tvillingen som skapats i det här projektet minst lagom väl lämpad som en utbildningsmiljö. För dess bredare användning krävs att man tar itu med frågor som angår t ex dess teknisk natur, plattformen och uppehåll, ägande och ansvar samt datasäkerhet.

Nyckelord: digital tvilling, polisen, litteraturstudie, utvecklingsarbete

Abstract

A digital twin is the simulation, copying or digital representation of a process, product, system or other thing in the physical world. The concept has been developed within industrial engineering and management, and it essentially involves a two-way connection and interaction between physical and digital. Originally the concept referred to as the real-time connection between the digital and physical during the whole life span of a product and thus the ability to control, monitor and develop products and processes more efficiently. In this sense, the digital twin encompasses numerous different types of processes, from industrial engineering and industry to information technology, big data and artificial intelligence. Digital twins in smart cities refer to monitoring, for example, the pollution situation and traffic, and to control people's actions based on such information.

In policing, the concept of a digital twin is still relatively unknown and there are hardly any applications. The closest is three-dimensional crime scene replicas made in the field of digital forensics, which do not correspond to the meaning of the original digital twin, the interaction between the physical and the real, but are essentially copies. This work examines the concept, meaning content and potential uses of the digital twin in policing. For the police, the digital twin appears as an environment for operations or training, as well as a tool for leadership, safety planning and preparedness. It is not a simulation and is poorly suited as a platform for transferring complex data. Unlike the digital twins of industrial engineering and management, from the point of view of the police, the digital twin is not defined by the real-time connection between the physical and real models, but by the agency within the model.

The report is based on a literature review and the development work carried out at the Police University College in the Digital Twin projects between 2022 and 2023, which resulted in the digital twin of the Police University College. Thus, the starting point here is one case of digital twin, but this case, along with a literature review, has been used to evaluate the usability, potential and challenges of digital twins in more general terms.

Digital twins are part of the ongoing technological changes in our operational environment. This report identifies six themes, where the new technology

could become useful both for increased efficiency and for quality. The first of these themes is moving and observing in a three-dimensionally modelled environments, either for educational purposes separately from physical reality or as part of physical operations. The second theme is support for investigation, evidence and preventive work. The third theme is operational leadership and situational awareness and, in this context, especially the use of Drone 3D technology. The fourth theme is preparedness and security planning and the fifth is multi-authority activities. The sixth and cross-cutting theme is the utilization of virtual and augmented reality.

Before the fruits of any new technology can be reaped or its adverse effects averted, it is necessary to understand the effects, usability and challenges relating to it. This work was began in the Digital Twin-projects. Yet, innovation and development is seldom a straightforward business. Challenges revealed in this work include the cost structure, data integration and compatibility, the performance requirements for of technical equipment, availability of data, data security, as well as issues related to how digital twins can be used along with or together with the authorities' own systems. The need for further development seems to be significant. There appears to be need for national coordination of innovation and development of digital twins and also a need for creating some form of library och knowledge centre of national and international expertise and practices. Finally, the digital twin of the Police University College appears at least reasonably well suited as a training platform, but its wider use requires solving issues like its technical nature, platform, ownership and security.

Keywords: digital twin, police, literature review, design and development

Sisällys

Tiivistelmä	4
Sammanfattning	6
Abstract	8
1. Johdanto	12
1.1. Tausta	12
1.2. Tavoitteet	15
1.3. Rakenne	15
1.4. Rajaukset	16
2. Tutkimuksellinen tausta	17
2.1. Kehittämistutkimus	17
2.2. Turvallisuuskanvaasi	18
3. Kirjallisuuskatsaus	24
3.1. Digitaalisten kaksosten tausta	24
3.2. Digitaaliset kaksoset ja poliisitoiminta	29
3.2.1. Web of Science	29
3.2.2. Ebscohost – poliisiaiheinen haku	30
3.2.3. Ebscohost – täydentävä haku	31
3.2.4. Kirjallisuuskatsauksen havainnot	34
3.3. Temaattinen tarkastelu	35
3.3.1. Älykaupungit, datalähteet ja paikkatietopoolit	35
3.3.2. Moniviranomaisyhteistyö	37
3.3.3. Liikenne	38
3.3.4. Tekniikka ja sen haasteet	38
3.4. Havainnot	41
4. Kehittämishankkeen havainnot ja arviointi	43
4.1. Liikkuminen ja havainnointi	47
4.1.1. Hälytysajoneuvon sijoittelu	47
4.1.2. Alueen eristäminen, pakenevan seuranta ja maastontiedustelu	47
4.1.3. Aseuhkaan varautuminen, suojaisten reittien havainnointi ..	49
4.1.4. Tilan tarkastaminen	50

4.2.	Tutkinta ja ennalta estäminen	51
4.2.1.	Rikos- ja palonsyöntutkinta	52
4.2.2.	Valvontakameroiden kattavuuden arviointi ja kameran sijoittelun tukeminen	53
4.2.3.	Rikoksia ennalta ehkäisevä kaupunkisuunnittelu	53
4.3.	Johtaminen ja tilannekuva: Drone 3D	55
4.4.	Moniviranomaistoiminta ja KEJO	56
4.5.	Varautuminen ja turvallisuussuunnittelu	57
4.5.1.	Räjähdykset	58
4.5.2.	Kriittisen infrastruktuurin ja suojatilojen digitaaliset kaksoset	60
4.6.	Lisätty ja Virtuaalinen todellisuus	61
5.	Johtopäätökset	62
5.1.	Tulokset	62
5.2.	Digitaalisen kaksosen käsite murroksessa	64
5.3.	Polamkin digitaalisen kaksosen lisäarvo	65
5.4.	Haasteet	68
6.	Pohdinta ja suositukset	71
6.1.	Pohdinta	71
6.2.	Suositukset	73
	Lähteet	75

1. Johdanto

1.1. Tausta

Tässä tutkimusraportissa tarkastellaan digitaalisten kaksosten hyödynnettävyyttä sisäisen turvallisuuden viranomaistoiminnassa, mutta erityisesti poliisin koulutuksen ja poliisitoiminnan kehittämisen ja tukemisen välineenä. Tutkimuksessa raportoidaan Poliisiammattikorkeakoulun Digital Twin-innovaatiohankkeessa tehtyä ja käynnissä olevaa kehittämis- ja tutkimustyötä. Vastaavia kehittämishankkeita on toteutettu aikaisemmin, mutta ei poliisissa. Esimerkiksi vuonna 2019 päättyneessä Kalasataman digitaaliset kaksoset -hankkeessa tavoitteena oli tuottaa digitaalisia alustoja älykkään kaupunkikehityksen suunnittelua ja testausta varten (Helsinki, 2019). Vuonna 2022 päättyneessä KAOS-hankkeessa tavoitteena oli tarkastella kaupunkimallintamisen teknisiä lähtökohtia sekä tuottaa ymmärrystä kaupunkimallintamisen hyödyistä kaupunkien toiminnalle sekä laajemmin yhteiskunnalle (6Aika, 2022).

Polamkin digitaalinen kaksonen ei ole simulaatio, peli eikä tiedonhallinta- tai analyysijärjestelmä. Ennen kaikkea se pyrkii olemaan alusta, jossa digitaalisiin kaksosiin voidaan tutustua viranomaisen lähtökohdista ja jossa voidaan kartoittaa ja testata uuden teknologian mahdollisuuksia. Digitaaliset kaksoset yleensä ja Polamkin kaksonen ovat eräänlaisia todellisen maailman kopioita. Ne muodostavat osan käynnissä olevasta tuotekehittelystä ja digitalisaatiosta, johon viranomaisten on syytä varautua. Siksi käyttömahdollisuuksien selvittäminen ja kehittäminen on tärkeää.

Tutkimus raportoi, mitä digitaalisten kaksosten hyödynnettävyydestä viranomaistoiminnassa tiedetään aikaisemman tutkimuksen perusteella, mitä siitä on opittu Polamkin kehittämishankkeessa ja mikä on se koulutuksen ja viranomaistoiminnan saama lisäarvo, joka Polamkin digitaalisesta kaksosesta voi syntyä. Sisäministeriön antaman määrärahapäätöksen mukaan hankkeen pääasiallinen tavoite on uuden innovaation eli digitaalisen kaksosen tuottaminen. Tämä innovaatio puolestaan palvelee koulutuksen ja viranomaistoiminnan kehittämistä. Määrärahapäätöksessä todetaan seuraavasti:

Hankkeessa on tarkoituksena suunnitella ja toteuttaa Digital twin (DT), digitaalinen kaksonen: maasto, jota voidaan käyttää useissa erilaisissa simulaattoreissa (yhteinen aineisto) sekä kohteiden tiedustelussa, toimien suunnittelussa ml. turvallisuuden parantaminen ja rikosten ehkäisy. DT toteutetaan siten, että se on tekniikoiltaan vastaava kehittyvä ympäristö kuin todellinen kaupunkitila. (VN/9703/2022, Liite 1.)

Hankkeen teknisestä toteutuksesta vastaa yksityinen yritys Polamkin ohjeistuksen perusteella. Polamkin tiimiin kuului Polamkin henkilöstöä sekä konsulttina paikkatietoteemasta väitellyt TkT Mika Hyytiäinen. Polamkin ja teknisen toteuttajan välisissä yhteistoimintakokouksissa hankkeen tavoitteita on määritelty seuraavasti:

Tuottaa useista aineistolähteestä koostuva ympäristö, jota käytetään poliisin koulutuksen ja kehittämisen tukena. Tavoitteena on luoda koulutettaville valmiudet käyttää digikaksosten aineistoja työssään missä tahansa Suomessa. (Yhteistoimintamuistio, Polamk ja Sitowise, 15.8.2022).

Digikaksosen tarkoitus on kouluttaa poliiseja käyttämään yhteiskunnan eri digikaksosia työnsä tukena ja tehostamaan työtään. Sitowiselta toivotaan luovan digikaksosen käyttämällä niitä tekniikoita, joita on jo käytössä Suomessa. (Yhteistoimintamuistio, Polamk ja Sitowise, 28.6.2022).

Tavoitteena olisi, että digikaksosen mahdollistaa tietojen siirron erilaisiin simulaattoreihin standardoidulla rajapinnalla. (Yhteistoimintamuistio, Polamk ja Sitowise, 28.6.2022).

Merkittävä tulos pilotoinnista on käsitys siitä, millä rajapinnoilla, työnjaolla, aikataululla ja kustannuksilla aineistojen päivittämistä ja lisäämistä voidaan jatkossa toteuttaa. (Muistio, Hyytiäinen ja Polamk, 30.6.2022).

Digitaalisten kaksosen kehittämisen laajempina viitekehyksenä on virtuaalisetun todellisuuden kehittäminen. Metaversen käsitteellä viitataan siihen, että esimerkiksi lisättyä todellisuutta, tekoälyä tai pelimaailmaa yhdistävät sovellukset muokkaavat uutta vuorovaikutuksen tilaa fyysisen todellisuuden ulkopuolella (Azar ym., 2022). Digitaalisiin kaksosiin on jo nyt mahdollista astua virtuaalisesti ja niihin voidaan kytkeä lisätyn todellisuuden elementtejä. Laajemmassa kontekstissa digitaaliset kaksoset siis kytkeytyvät osaksi virtuaalitetel-

lisuuden leviämistä yhdeksi sosiaalisen vuorovaikutuksen areenoista. Pienelle osalle väestöä tämä on ollut todellisuutta jo pitkään. Nyttemmin ilmiö on tullut osaksi julkista toimintaa eikä enää kosketa vain yksityisiä käyttäjiä.

Metaversen kehittyminen ei kuitenkaan ole sellaisenaan julkinen projekti. Sitä ohjaavat yhtäältä yksityiset suuryritykset sekä toisaalta suuret valtiolliset toimijat. Esimerkiksi Kiinassa yhtenä intressinä voi olla tekoälyä ja teknologiaa hyödyntämällä vahvistaa valvonnan ja kontrollin mekanismeja. Samalla suuryritykset kuten Meta voi markkinajohtajan asemassa toimia kehitystyön jonkinlaisena suunnannäyttäjänä. Yhteiset standardit erilaisille metaverseen liittyville sovelluksille puuttuvat vielä ja toimintakenttä on hajanainen. Yrityskauppojen kautta suuret yritykset voivat vahvistaa asemiaan ja hyödyntää sitä pelisääntöjen luomisessa omista lähtökohdistaan käsin. Tilanne on verrattavissa kirjoitusohjelmistojen kehittämiseen, kun yhden tuottajan tekstiä ei voinut avata toisen yrityksen ohjelmistolla. Metaverse Standard Forum (MSF) pyrkii luomaan yhteisiä sääntöjä ja standardeja, jotta ohjelmistojen ja sovellusten keskinäinen vuoropuhelu kävisi sujuvaksi. MSF on yksityisistä toimijoista koostuva foorumi, jossa mukana ovat myös alan johtavat toimijat. Se ei ole julkinen sääntely- tai standardointielin. (MSF, 2023.)

Suomalainen poliisitoiminta asemoituu kehitykseen seuraavasti: Poliisi ei omista tai edes säätele tulevaa metaversea, mutta sen on kuitenkin opittava käyttämään sitä mahdollisimman tehokkaasti oman toimintansa tukena. Scifi-mäisesti voisi jopa ennustaa, että rikoksia alkaa tapahtua myös tämän ei-fyysisissä ulottuvuuksissa. Jo nyt tästä on esimerkkejä. Pelialustoilla on tapahtunut rikostutkintaan johtaneita virtuaalisten esineiden, kuten miekkojen varkauksia. Niiden hintaluokka voi liikkua kymmenissä tuhansissa euroissa. Polamkin digikaksonen on osa tätä teknologista muutosta ennakoivaa poliisitoimintaa, ei metaverseä sinällään. Digitaaliset kaksoiset ovat tästä laajemmasta kehitysuunnasta yksi tapaus. Siksi sen tutkiminen on tarpeellista.

1.2. Tavoitteet

Raportti vastaa kahteen kysymykseen:

- Miten digitaalinen kaksosen määrittäminen poliisitoiminnan näkökulmasta?
- Onko digitaalisella kaksosella tuotettavissa lisäarvoa poliisin koulutukseen ja tukemiseen: a) voidaanko sitä käyttää toimintaympäristönä, jossa koulutusta tuotetaan ja viranomaistoimintaa harjoitetaan? b) voidaanko sitä käyttää alustana, jossa olemassa olevia digitaaliin kaksosiin tutustutaan ja niitä opetellaan käyttämään, c) voidaanko alustaa käyttää tiedonsiirron välineenä?

1.3. Rakenne

Luvussa 2 esitellään tämän raportin tutkimuksellisia lähtökohtia. Luvussa 3 kartoitetaan ja teemoitellaan aikaisempaa digitaalisia kaksosia ja poliisitoimintaa koskevia tutkimuskirjallisuutta. Samalla luvussa pyritään osoittamaan, että tutkimustietoa digitaalisten kaksosten hyödynnettävyydestä ja käytöstä nimenomaan poliisitoiminnassa ei juuri ole. Luvussa 4 siirrytään Poliisiammattikorkeakoulun innovaatiohankkeeseen. Siinä esitellään innovaatiohankkeen aikana digitaalisten kaksosten käytettävyydestä tehtyjä havaintoja sekä arvioidaan Polamkin oman digitaalisen kaksosen hyödynnettävyyttä suhteessa käyttömahdollisuuksiin. Viides luku esittelee johtopäätökset eli vastaa raportin tutkimuskysymyksiin. Viimeisessä luvussa pohditaan digitaalisten kaksosten merkitystä ja esitellään suosituksen niiden kehittämiseksi koko hallinnonalaan palvelevaksi välineeksi.

Raportin pääasiallinen viesti on, että digitaaliset kaksoset avaavat mahdollisuuden tehostaa koulutusta ja viranomaistoimintaa ei vain poliisitoiminnan vaan koko sisäisen turvallisuuden alalla. Kehittämistyöhön liittyvien haasteiden vuoksi olisi valtakunnallinen ohjaus ja koordinaatio tarpeellista.

1.4. Rajaukset

Digitaalisten kaksosten merkityssisältö on laaja ja soveltamiskohteet moninaiset. Raportin empiirinen kiinnekehta on Polamkin digitaalinen kaksonen. Sitä tarkastellaan sekä sellaisenaan että myös prismaana, jonka kautta valotetaan yleisemmin digitaalisten kaksosten soveltuvuutta ja haasteita sisäisen turvallisuusalan viranomaistoiminnalle. Arvioinnissa apuna käytetään kirjallisuuskatsausta, mutta siinä rajoitutaan pääasiassa tutkimuskirjallisuuteen. Tietoa erilaisten viranomaistoiminnassa tai julkishallinnossa kehitettyjä digitaalisia kaksosia sen sijaan ei ole systemaattisesti kerätty. Joitakin tällaisia hankkeita on silti tarkasteltu sekä hyödynnetty Polamkin hankkeen kansainvälisessä yhteistyössä kerättyjä havaintoja muun muassa Tanskasta.

Eräs nimenomaan tämän tutkimusraportin laadintaa rajoittava tekijä on lisäksi se, että Polamkin kehittämishankkeessa työtä ei ole jäsennetty ja tallennettu tiukalla tutkimusotteella. Kehittämishankkeessa ei siis ole edetty tiukasti sen mukaan, että hankkeen tuotoksina olisi sekä käytännön tuote että digitaalisten kaksosten käyttävyttä koskeva tutkimus. Samalla itse kehittämisprosessi on vielä käynnissä. Tämä raportti ei siis ole hankkeen loppuraportti. Tutkimusraportti pyrkiikin osaltaan palvelemaan Polamkin kehittämishanketta sen jatkotyössä. Näiltä osin se on eräänlainen väliraportti. Lisäksi se pyrkii tuomaan hankkeessa kerättyjä havaintoja ja kokemuksia laajempaan kontekstiin eli tarkastelemaan uuden teknologian hyödynnettävyyttä ja haasteita sillä tavalla, kun se nämä rajoitteet huomioiden on mahdollista.

2. Tutkimuksellinen tausta

Miten tutkitaan uuden tekniikan käytettävyyttä poliisitoiminnassa? Lyhyt vastaus on: kokeilemalla. Vastaavasti uuden teknologian kehittäminen poliisille edellyttää käyttömahdollisuuksien tunnistamista, käytön kokeilua, tekniikan kehittämistä ja kokeilua uudelleen. Kehitystuote voi syntyä tällaisen syklisen iteraation lopputuloksena. Vaihtoehtoisesti voidaan huomata, että jokin uusi tekniikka ei ole käyttökelpoinen. Innovaatiohanketta ja tätä raporttia jäsentävät kehittämistutkimus ja turvallisuuden palvelumuotoilun malli (Kujanpää ym., 2018; Perna, 2013). Ne perustuvat nimenomaan kehittävään työhön, toinen sen tutkimukselliseen ja toinen prosessuaaliseen jäsentämiseen. Tässä luvussa esitellään nämä kaksi jäsenystä.

2.1. Kehittämistutkimus

Aina kehittämistyön taustalla ei ole vahvaa teoreettista ymmärrystä siitä, miten jokin asia voidaan tehdä. Ongelma koskee etenkin sosiaaliseen vuorovaikutukseen keskittyvillä aloilla kuten opetus tai poliisialalla. Kasvatustieteelliset tai poliisitoimintaa koskevat teoriat voivat tuottaa ymmärrystä siitä, millaisesta lähtökohdasta toimintaa voidaan ohjata ja jäsentää. Ne eivät ole aina suoraan sovellettavissa käytännöllisten mallien rakentamiseksi. Kehitystyöhön ei useinkaan ole sellaisia laboratorio-olosuhteita, joissa teoriasta voidaan johtaa toimintamalli ja testata sitä. Havainto koskee myös digitaalisten kaksosten käyttömahdollisuuksien tutkimista ja kehittämistä.

Kasvatustieteiden piirissä tähän ongelmaan ratkaisuksi on noussut kehittämistutkimus. Kehittämistutkimuksen tavoitteena on yhtäältä tuoda teoreettista tutkimustietoa lähemmäs käytäntöä. Sen toisena tavoitteena on mahdollistaa käytännöllisten, sosiaalisten, pedagogisten ja teknisten innovaatioiden tutkimuksellinen kehittäminen silloinkin, kun aikaisempaa teoreettista ymmärrystä niiden luonteesta tai toimivuudesta ei vielä ole. Kehittämistutkimuksen näkökulma voi soveltua hyvin poliisialalle, jossa toiminnallisen työn käytännölliset ratkaisut eivät voi perustua pelkästään yhteiskuntatieteellisen tutkimusperinteen varaan ja jossa kehittämistyö on usein uuden luomista kaukana kontrolloidusta ja samanlaisina uusinnettavista laboratorio-olosuhteista. (Perna, 2013; Richey & Klein, 2017.)

Richeyn ja Kleinin mukaan kehittämistutkimuksessa tutkimusongelmat voivat nousta työympäristöstä, uusien teknologioiden hyödynnettävyydestä tai jonkin alan uusista teorioista. Tutkimusongelmana voi olla esimerkiksi se, miten uusia teknologioita voidaan ottaa käyttöön opetuksen tai muun toiminnan tukemisessa. Tutkimusprosessi alkaa ongelman tai kehittämisteeman yleisellä määrittelyllä. Tämän jälkeen suoritetaan kirjallisuuskatsaus, jossa kartoitetaan aiheesta saatavilla oleva aikaisempi tieto ja tällä tavalla rajataan tutkimusongelmaa tarkemmiksi tutkimuskysymyksiksi. Tutkimusongelman ratkaisussa käytettävät menetelmät riippuvat tutkimuskysymyksistä. Teknologisten innovaatioiden käytettävyyteen keskittyvissä tutkimuksissa menetelmiä ovat osallistuva havainnointi, tapaustutkimus, haastattelut ja toistuvat iteraatiot, joissa tuotteen käytettävyyttä parannetaan. Iteratiivinen syklisyys on tärkeä osa kehittämistutkimusten toteuttamista. Viimeinen vaihe kehittämistutkimuksessa on sen tuotos, käyttötapaus tai -malli tai uudenlainen tapa ymmärtää jotakin käytännön teemaa. (Edelson, 2002, ss. 106, 108; Perna, 2013, s. 15; Richey & Klein, 2017, ss. 20, 25, 33, 40).

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastataan kehittämistutkimuksen näkökulmasta. Ensin määritellään kirjallisuuskatsauksen avulla, mitä digitaalisilla kaksosilla tarkoitetaan ja mitä tutkimustietoa niistä on poliisialalla. Tämän jälkeen määritellään kehittämishankkeen avulla, mitä se voi tarkoittaa. Kehittämishankkeessa menetelmiä ovat käyttötapausten tunnistaminen haastatteluiden, ideariihien, kokeilujen ja osallistuvan havainnoinnin avulla.

2.2. Turvallisuuskanvaasi

Polamkin Digital Twin-hankkeita on jäsenetty turvallisuuskanvaasin avulla. Sen taustalla on liiketoiminnan kehittämiseen luotu malli, joka jäsentää liiketoiminnan jalostamista tuottavaksi liiketoiminnaksi. Tämän ns. Business Model Canvas (BMC) laativat Osterwalderin ja Pingeoun (2010). BMC-mallissa on yhdeksän kohtaa, joiden avulla prosessi pilkotaan erikseen arvioitaviin ja toteutettaviin osiin. Onnistunut prosessi muodostuu kunkin osatekijän synergiasta kokonaisuudessa. Poliisiammattikorkeakoulussa mallin pohjalta on jalostettu turvallisuuden palvelumuotoilun malli tai turvallisuuskanvaasi. Sitä on aiemmin sovellettu lähipoliisitoiminnan kehittämiseen Helsingin Puhoksen ostoskeskuksessa. (Kujanpää ym., 2018, ss. 18–20).

Turvallisuuskanvaasin mukainen kehittämisprojekti lähtee ideasta tai teknisestä sovelluksesta. Tässä tapauksessa tekninen tuote on Tampereen kaupungin tuottama digitaalinen kopio Hervannan kaupunginosasta ja idea kehittää siitä poliisikoulutusta ja toimintaa tukeva väline tai toimintaympäristö. Tavoitteena on yhtäältä tekniikan käytettävyyden ja sen lisäarvon tutkiminen sekä toisaalta tekniikan kehittäminen käytettävyyden ja lisäarvon näkökulmasta. Tätä työtä turvallisuuskanvaasi raamittaa. Samoin kuin alkuperäinen BMC-malli, koostuu turvallisuuskanvaasi 9. kohdasta.

Tätä hanketta varten turvallisuuskanvaasi räätälöitiin hankkeen alkuvaiheessa keväällä 2022. Ensimmäisessä kohdassa määritellään asiakkaat: mitä digitaalinen kopio voi hyödyttää? Liiketoimintamallissa asiakassegmentit koostuvat tuotteen toivotuista käyttäjistä. Turvallisuushankkeessa mahdollisiksi asiakkaiksi tunnistettiin seuraavat viranomaistoimijat: poliisihallitus, poliisiyksiköt, Pelastuslaitos, Puolustusvoimat, Tulli, Rajavartiolaitos ja Hätäkeskuslaitos. Lisäksi erityisiä ryhmiä ovat poliisin perus- sekä päällystökoulutusta suorittavat opiskelijat. Asiakkaat ovat osittain samoja toimijoita kuin hankkeen yhteistyökumppanit. Toiseksi määritellään, mitä lisäarvoa hankkeesta on asiakkaalle ja mitä uutta hankkeessa luodaan.

Sekä liiketoimintamallissa että turvallisuuskanvaasissa olennaista on asiakkaiden tulevan lisäarvon tunnistaminen ja tuottaminen erikseen valikoiduilla välineistöllä, tavoitteellisesti ja kumppanuuksia hyödyntäen sekä kustannusrakenteeseen suhteuttaen. Lisäarvoa tuottavia tekijöitä kanvaasissa arvioitiin alustavasti olevan viisi erilaista ja yleistasoista ryhmää:

- Viranomaistoiminnan, toimintamallien ja koulutuksen kehittäminen ja uuden innovointi.
- Viranomaistoiminnan tietojohdoisuuden edistäminen.
- Kustannustehokkuuden parantaminen. Tämä syntyisi koulutuksen tehostamisesta tukemalla suurien opiskelijamäärien kouluttamista digitaalisella oppimis- ja harjoitteluympäristöllä. Lisäksi kustannusetuja voisi syntyä digikaksosten ulottamisesta poliisiautoihin ja rakennusten ylläpitoon.
- Erilaisten skenaarioiden simulointi – sellaisten asioiden mallintaminen ja harjoittelu, joita ei ole mahdollista tosielämässä tehdä. Tällaisia asioita voivat olla räjähdysvaikutusten, ampumisen tai rikoksen kulun simulointi.

Liiketoimintamallissa kolmas kohta on viestinnän, jakelun ja myynnin kanavat. Varsinaisia logistiikkakanavia turvallisuuskanvaasissa ei ole, mutta yhtä lailla on turvallisuusalan kehittämishankkeessa tärkeää varmistaa, mitä kautta asiakkaille viestitään hankkeen tuotoksista, millä tavalla varmistetaan, että tuotoksia voidaan kokeilla ja millä tavalla mahdollinen lopputuote saadaan asiakkaiden käyttöön. Neljäs kohta, eli asiakassuhteet, liittyvät läheisesti viestintäkanaviin. Siitä ei ole juuri hyötyä, jos viestintä on yksisuuntaista eikä siitäkään, jos asiakassuhteita määrittää tuotekehittäjän tarve saada tuotteelle asiakkaita. Asiakassuhteissa olennaista on asiakaslähtöisyys: että vuorovaikutuksessa lähdetään yhteisestä tarpeesta tai palveluntarjoamisesta – molempia osapuolia hyödyttävistä seikoista. Siksi turvallisuuskanvaasia on luonnehdittu myös palvelumuotoilun malliksi (Kujanpää ym., 2018)

Viides kohta liiketoimintamallissa on tulonlähteiden tunnistaminen. Tämä on ehdoton edellytys pitkän tähtäimen toiminnan varmistamisessa. Kehitysvaiheessa olevalle yritykselle se tarkoittaa tuotteen markkinointia niin, että sijoittajat vakuuttuvat tuotteen käyttökelpoisuudesta ja ajatus kannattavuudesta tulevaisuudesta. Viranomaistoiminnan kehittämisessä positiivinen kassavirta ei voi olla toiminnan päätavoitteena. Sen sijaan tavoitteena on viranomaistoiminnan lakisääteisten tehtävien tukeminen ja sitä kautta muodostuva yhteiskunnallinen vaikuttavuus. Poliisitoiminnassa johdon täytyy vakuuttua uusien teknologioiden käyttökelpoisuudesta ja niiden kannattavuudesta tulevaisuudesta

Yhteiskunnallisen vaikuttavuuden määrittelyssä ohjaavia kysymyksiä ovat esimerkiksi, mitä mikä on yhteiskunnassa paremmin, kun tulokset saavutetaan, millä tavalla digitaaliset kaksoset voivat parantaa viranomaisten toimintakykyä tai nostaa koulutuksen tasoa. Vaikuttavuuden voi nähdä ainakin kahdella tavalla. Yhtäältä sitä voidaan ajatella välineenä tuottaa nykyisiä prosesseja tehokkaammin ja näin kustannuksia säästämällä vapauttaa resursseja johonkin muuhun. Toisaalta sitä voidaan lähestyä toimintaympäristön muutoksen kautta. Digitaalisia kaksosia luodaan samaan aikaan kaikkialla Suomessa sekä yksityisellä että julkisella sektorilla. Jos viranomaiset eivät ymmärrä muutoksen merkitystä oman toimintansa kannalta, voi viranomaistoiminnan tuloksellisuus heikentyä. Siksi digitaalisten kaksosten mahdollisuuksien tutkiminen on osa muutoksiin varautumista, vaikka sen vaikuttavuutta ei välttämättä olisikaan helppo mitata.

Liiketoimintamallissa kuudes kohta ovat avainresurssit. Se tarkoittaa välineitä liikeidean toteuttamiseksi siten, että asiakkaat ovat valmiita maksamaan lopputuotteesta. Turvallisuushankkeessa avainresursseja ovat välineet, jota tarvitaan digitaalisen kaksosen kehittämiseksi. Tähän liittyviä resursseja ovat tekniseen tuotekehitykseen liittyvä osaaminen, tuotteen suunnitellun käyttöympäristön tuntemus, viestinnän osaaminen ja projektihallinnan osaaminen. Tekninen tuotekehittely perustuu käyttöympäristöstä nousevien tarpeiden tunnistamiselle ja sovelluksen kehittämiseksi tämän ymmärryksen perusteella. Vaatimuksena on siten poliisin toiminnan tuntemus samoin kuin muiden asiakasryhmien toimien tuntemus. Siksi hankkeessa kumppanuussuhteet ovat oleellisia. Viestinnän osaaminen tarkoittaa projektin kykyä ja välineitä kertoa ja viestiä tuotteesta sekä kerätä kokemuksia, havaintoa ja tarpeita asiakasryhmiltä. Projektihallinnon osaaminen kehityshankkeessa tarkoittaa kykyä saattaa jokainen vaihe onnistuneesti päätökseen sekä seurata kunkin vaiheen edistymistä siten, että kustakin vaiheesta rakentuu systemaattisesti toivottu lopputulos tai siten, että epäonnistumisen syyt tulevat ilmi ja mahdollistavat joko niiden korjaamisen tai tuotteen hylkäämisen perustelluista syistä. Hankkeessa määriteltiin seuraavat osaamisen kehittämisalueet:

- Teknologian käyttö ja sen opettaminen projektin ulkopuolisille henkilöille.
- Opinnäytetöiden tekeminen aiheeseen liittyen.
- Aineistojen luominen/tuominen alustalle: pistepilvidata/laserkeilaus, dronekuvat, objektit.
- Käyttötapausten kehittäminen: vaatii asiantuntijoiden kommentteja.

Seitsemän kohta liiketoimintamallissa ja turvallisuuskanvaasissa on avaintoimintojen tunnistaminen. Kehittämishankkeelle tunnistettiin seitsemän avaintoimintoa.

1. Vankan tietopohjan rakentaminen ja laaja-alainen taustatutkimus: ymmärrys siitä, missä ja mihin tarkoituksiin digitaalisia kaksosia käytetään Suomessa ja kansainvälisesti, mitä teknologialla voidaan tehdä ja mitä sillä ei vielä pystytä toteuttamaan.
2. Asiantuntijoiden haastatteleminen käyttötapausten tunnistamista ja muotoilua varten siten, että ne tukevat toiminnan kehittämistä ja oppimista.

3. Kumppanien löytäminen organisaation sisältä ja synergioiden luominen.
4. Sujuva viestintä yhteistyökumppanien kanssa, jotta voidaan saavuttaa yhteinen ymmärrys siitä, mitä alusalta vaaditaan ja mitä alustalla voi ja mitä ei voi tehdä.
5. Pilotointi ja kokemusten kerääminen iteratiivisesti: kerätään käyttäjiltä kokemuksia, joiden perusteella alustaa kehitetään. Avainasemassa on käytettävyys, koska muutoin alusta on vaarassa jäädä käyttämättä.
6. Ylläpitäjän löytäminen digikaksoselle.
7. Selkeä suunnitelma niistä askelista, joilla turvataan digitaalisen kaksosen jatkuva kehittäminen.

Kahdeksas kohta on avainkumppanien identifiointi. Tämä tapahtuu vastaamalla kysymykseen, keiden kanssa yhteistyö on hankkeen onnistumisen kannalta välttämätöntä ja ketkä voivat auttaa tavoitteiden saavuttamisessa. Avainkumppanit ovat osittain samoja kuin asiakkaat. Avainkumppaneiksi tunnistettiin Keskusrikospoliisi, Porin tekninen rikostutkimuskeskus, Pelastuslaitos, Tampereen kaupunki, Sitowise. Kustannusrakenne ja kustannusten hallinta on BMC-mallin ja turvallisuuskanvaasiin viimeinen kohta. Taulukko 1. kuvaa BMC-mallia ja turvallisuuskanvaasia.

Taulukko 1. Liiketoiminnan kehittämismalli ja turvallisuuskanvaasi (Kujanpää ym., 2018; Osterwalder & Pigneur, 2010)

Liiketoiminnan kehittämismalli	Turvallisuuskanvaasi
1. Asiakassegmentit	Asiakkaat
2. Tuotteiden lisäarvo	Lisäarvo asiakkaalle
3. Viestinnän, jakelun ja myynnin kanavat	Kanavat (yhteydenpito asiakkaiden ja hankkeen välillä)
4. Asiakassuhteet	Molemminpuolisesti toimivat asiakasyhteydet
5. Tulonlähteet	Yhteiskunnallinen vaikuttavuus
6. Avainresurssit	Osaamisen kehittäminen
7. Avaintoiminta	Keskeiset toimenpiteet
8. Avainkumppanit	Kumppanit
9. Kustannusrakenne	Kustannusten muodostuminen

Kehittämisprosessi on edennyt vaiheittain. Alustavan ideoinnin jälkeen laadittiin turvallisuuskanvaasi, jonka eri osa-alueita on täydennetty ja muokattu iteratiivisesti yhteistyökokouksissa hanketyöryhmän, teknisen toteuttajan, yhteistyökumppaneiden ja asiakkaiden välillä sekä alustan testaamisen jälkeen. Erilaisia tapaamisia pidettiin pelkästään hankkeen ensimmäisenä vuonna 2022 useita kymmeniä. Mika Hyytiäinen on laatinut lukuisia muistioita, joissa digitaalisen kaksosen ajatusta ja käyttötapauksia on pohdittu ja eritelty hankkeen etenemisen myötä. Koska hankkeen pääasiallinen tavoite on ollut tekniikan kehittäminen, ei tätä aineistoa ole kuitenkaan tuotettu systemaattisesti kirjallista tutkimusraportointia varten. Sen sijaan erilaiset muistiot haastatteluista, käyttökokeiluista ja ryhmäkeskusteluista on hyödynnetty tekniselle toteuttajalle kirjattuihin tilauksiin. Näitä tilaussopimuksia on hankkeessa tehty kaksi. Ensimmäinen vuoden 2022 aikana ja toinen vuoden 2023 kesällä. Yhteydenpito teknisen toteuttajan kanssa on ollut tiivistä jatkuvasti ja tapaamisia on tuotteen kehittämisvaiheesta, käytössä esille nousseista haasteista sekä suunnittelutyössä esille nousseista kehittämistavoitteista on pidetty vähintään kuukausittain.

Tässä raportissa on käytettyä kaikkea tuota yli sadan liuskan suuruinen dokumenttiaineistoa sekä kirjoittajan itsensä sekä hanketyöryhmän muiden jäsenten digitaalisella kaksosella suorittamat kokeilut ja havainnot.

3. Kirjallisuuskatsaus

Tässä luvussa digitaalisia kaksosia tarkastellaan tutkimuskirjallisuuden valossa. Luku avaa ensin digitaalisen kaksosen käsitettä ja sen käytön kontekstia siirtyen vasta sitten tarkastelemaan digitaalisten kaksosten käsittämistä ja käyttöä poliisitoiminnan alueella. Luku osoittaa yhtäältä, että poliisitoiminnan alueella digitaaliset kaksoiset ovat erityisen uusi ja vielä määrittämätön ilmiö ja toisaalta, että tutkimustietoa aiheesta on hyvin niukasti. Tällä tavalla luvussa tuodaan epäsuorasti ilmi se, miksi Polamkin digitaalinen kaksonen on innovaatiohankkeenä tarpeellinen.

3.1. Digitaalisten kaksosten tausta

Digitaalisen kaksosen käsite on kehitetty tuotantotaloudessa. Siinä se viittaa digitaaliseen malliin, joka kuvastaa jotakin fyysistä tuotetta, on kytketty tähän tuotteeseen koko se elinkaaren ajan ja joka mahdollistaa reaaliaikaisen, kahdensuuntaisen tiedonkulun tämän tuotteen ja sen digitaalisen vastinparin välillä. (Grieves & Vickers, 2016, 93.) Tuotantotaloudessa digitaalisen kaksosen ytimessä on siten kytkös fyysisen ja digitaalisen välillä. Vaikka termiä digitaalinen kaksonen käytetään nyttemmin monilla muillakin aloilla, on tämä yhteys edelleen keskeinen elementti digitaalisen kaksosen tulkinnoissa ja sovelluksissa (Botín-Sanabria ym., 2022, 5).

Digitalisaatio on yksi toimintaympäristömuutosta ohjaavista tekijöistä ja yksi Sitran esiin nostamista megatrendeistä. Digitaalisten kaksosten käsitteen leviäminen tuotantotaloudesta ja teollisuudesta terveystieteisiin, kaupunkisuunnitteluun ja poliisialalle ovat yksi osa tätä muutosta. Samalla itse käsitteen merkityssisältö muuttuu. Tuotannossa fyysisen ja digitaalisen todellisuuden kytkentä voi ilmetä jopa tekoälyn ohjaamana tuotantoprosessien optimointina, mutta sosiaalisia vuorovaikutuksia ei voida samalla tavalla digitalisoida. Silti poliisi voi toimia digitaalisella pelialustalla poliisina, tutkia digitaalisten arvoesineiden varkauksia tai ennalta estää rikoksia. Digitalisaatio muuttaa paitsi toimintaympäristöämme, myös omaa toimintaamme.

Näiden muutosten myötä vakiintuneiden käsitteiden vanhat merkityssisällöt muuttuvat. Myös digitaalisen kaksosen käsite on muutoksen kohteena (esim.

Jeddoub, 2023). Poliisiammattikorkeakoulun digitaalinen kaksonen on Sito-wisen Unity-pohjaiselle AURA-pelimoottorille tuottama Tampereen Hervantaan ja Poliisiammattikorkeakoulun harjoituskaupunkiin rajautuva digitaalinen kopio. Se on valmistettu uusilla kuvaamisen tekniikoilla, jotka mahdollistavat kolmiulotteisen kopion laatimisen fyysisestä tilasta. Teknisiä välineitä tässä ovat laserkeilaamalla ilmasta otetut ns. Lidar-kuvat, joiden pohjalta maastosta ja rakennusta ympäristöstä voidaan tuottaa 3D-kopio. AURAssa kopioon voidaan liittyä myös virtuaalilaseilla. Välineitä ovat edelleen 360-kameroilla varustetut kuvantamiset ja miehittämättömät lennokit (dronet), joiden kuvamateriaalista on samoin tuotettavista kolmiulotteinen malli. (Botín-Sanabria ym., 2022; Major ym., 2021; Simonen, 2018.)

Samaa teknologiaa on jo hyödynnetty laajalti kansainvälisesti ja Suomessa ja niiden käyttö lisääntyy. Esimerkiksi Göteborgista ja Singaporesta on julkisesti ollut jo pitkään saatavilla olevat laserkeilauksella tuotetut digitaaliset kaksoiset (Botín-Sanabria ym., 2022, s. 7.) Suomessa suurimmista kaupungeista on olemassa kolmiulotteiset kaupunkimallit. Digitaaliset kaksoiset olivat Helsingin, Espoon, Vantaan, Tampereen, Turun ja Oulun välisen 6Aika-kehittämissstrategian keskeinen väline (Talvela ym., 2021). Tällä hetkellä malleja löytyy pienemmistäkin aluekaupungeista. Suomessa maanmittauslaitoksen tuottama laserkeilaus kattaa käytännössä koko valtakunnan. Maanmittauslaitoksen tuottama aineistoa hyödyntävät kaikki kunnat ja esimerkiksi metsäala. Kuntasektorilla paikkatietojärjestelmillä on Suomessa miljardien eurojen markkinat, mutta palvelut on ostettava yksityisiltä toimijoilta. (Koskinen, 2023.)

Erilaisia tekniikoita hyödyntävät kaupunkimallit edustavat osaltaan digitaalisten kaksoisen käsitteen muutosta. Kuvantamistekniikan ja tietomallien avulla niistä on tullut kaupunkisuunnittelun keskeinen elementti. Esimerkiksi Helsingin Kalasataman digitaalisessa kaksoisessa on mahdollista 1) tarkastella kaupunginosan kolmiulotteista mallia, 2) liikkua katuja ja kattoja pitkin tai ilmassa, 3) valita näytettäväksi energiaan ja liikkumiseen liittyviä kohteita sekä 4) tarkastella uusien rakennusten suunnitelmia ja sijaintia (Fiksu Kalasatama, 2023). Lisäksi Helsingin kaupungilla on kolmiulotteisia malleja historiallisesta kaupunkisuunnittelusta, kuten Munkkiniemi-Haagan alueesta Eliel Saarisen laatiman pienoismallin tarkka virtuaalinen kopio sekä kaupunkitietomalli, josta käy ilmi rakennusten referenssitietoja, kuten kerrosten lukumäärä ja rakennusvuosi (Helsinki, 2023).

Helsingin kaupunki on tuottanut digitaalisia kaksosia kahdella erilaisella tekniikalla, joista toisella on tuotettu kolmioverkkomalleja ja toisella kaupunkitietomalleja. Kolmioverkkomallin voi tuottaa pienestä alueesta nopeasti, mutta se ei sovellu tiedonhallinnan ja analyysin alustaksi. Ensinnäkin kuvataan alue ilmastista suoraan alas sekä sivuilla. Tämän jälkeen lasketaan kuvamateriaalin perusteella kolmiulotteinen fotorealistinen malli. Kolmiulotteisia malleja voidaan tuottaa valokuva-aineiston lisäksi laserkeilaamalla. Toisen tyyppinen kaupunkimalli on tietomalli, joka ei perustu kuva-aineistoon vaan semanttiseen informaatioon eli kunkin asian ominaisuuksien tarkkaan määrittelyyn esimerkiksi standardoitua XML-pohjaista kieltä käyttäen. Aineistona ovat kartta- ja paikkatiedot, rekisteritiedot, rakentamisen tietomallit, ilmakuvat ja laserkeilaus. Rakennusten pohjakuvio voi käydä ilmi asemakaavan pohjakartasta, korkeustaso maastomallista ja korkeus laserkeilatusta pistepilvidatasta. Näiden tietojen perusteella rakennuksesta voidaan lähes automaattisesti laskea yksinkertainen laatikkomalli. Tietokantamallin etuna on, että siihen voidaan päivittää lisää tietoa, tietoa voidaan analysoida ja teemoitella ja sitä voidaan kumuloida loputtomiin. Toisaalta mallin tuottaminen on paljon raskaampi ja kalliimpi prosessi. (Airaksinen, 2017; Erving, 2008; Helsinki, 2019; Suomisto, 2023.) Oheisessa kuvassa 1. avautuu korkealta ilmastä otettu näkymä Helsingin Kalasatamaan.



Kuva 1. Helsingin Kalasataman suunniteltuja rakennuskohteita (Fiksu Kalasatama, 2023).

Tiukan määritelmän mukaan digitaalinen kaksonen tarkoittaa sellaista fyysisestä todellisuudesta tehtyä kopiota, joka on koko elinkaarensa ajan kahden suuntaisesti kytköksissä digitaaliseen vastinpariinsa (Grieves & Vickers, 2016, s. 92). Tällainen vastavuoroisuus tarkoittaa varsinaista kaksosta. Vastavuoroisuus saadaan aikaan esimerkiksi erilaisten valituista kohteista ajantasaista tietoa tuottavien sensoreiden avulla. Pelkästään kolmiulotteinen kopio fyysisestä tilasta ei siis vielä ole varsinainen kaksonen vaan kopio tai malli. Niihin on kuitenkin mahdollista liittää eriasteista tietoa eri tarkoituksiin. Laajassa mielessä käsitteellä digitaalinen kaksonen onkin eräänlainen kattotermi, jossa vastavuoroisuus digitaalinen ja fyysisen välillä ei ole ehdoton edellytys, mutta se on kuitenkin valmius. Tämä valmius voi näkyä erilaisilla kypsyyden tasoilla.

Kypsyyden tasoilla tarkoitetaan fyysisen ja digitaalisen todellisuuden välisen yhteyden astetta. Tasolla 1 jäljennös voi olla 360-kameralla kuvattu kopio yhdestä pisteestä, dronen avulla kuvattu kolmiulotteinen malli, laserkeilattu malli tai sellainen jäljennös, jossa on päällekkäin kaikki nämä tasot. Malleihin voidaan yhdistää arkkitehtipiirroksia tai rakennuskohteen ja sen ominaisuustiedot sisältävä ns. BIM-tietomalli. Tasolla 2 malliin on yhdistetty staattista tietoa, kuten dokumentteja tai rekisteritietoja. Tasolla kolme malli on kytketty fyysiseen vastinpariin ja se välittää digitaaliseen malliin reaaliaikaista tietoa. Tasolla 4 tiedonkulku on kaksisuuntaista ja tasolla 5 digitaalinen malli toimii autonomisesti. Digitaalisten kaksosten kypsyydet käyvät ilmi taulukosta 2.

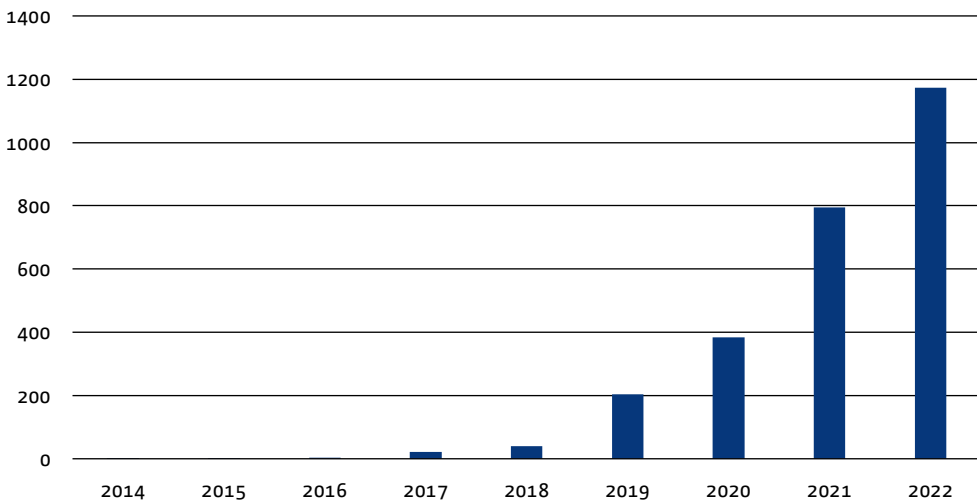
Taulukko 2. Digitaalisten kaksosten kypsyystasot
 (Botín-Sanabria ym., 2022, s. 6. Evans ym., 2019, s. 11)

Kyp- syys- taso	Määrittävä periaate	Välineet	Käyttö	Polamkin digitaalinen kaksonen
1	Kaksiulotteinen kartta, kolmiulotteinen malli	Valokuvaus, 360-kamera, Drone 3D, laserkeilaus	Suunnittelu, optimointi ja koordinaatio	Kyllä
2	Staattisen tiedon lisääminen malliin (rakennepiirrustukset, BIM-tietomallit, metadata, rekisteritiedot)	Ohjelmistotyökalut, datalähteet, tiedonhallinta, lisätty todellisuus	Suunnittelu, hallinta	Tulossa BIM-mallinnettu rakennus sekä erilaisten vaikutusten visualisointeja
3	Reaaliaikaisen tiedon tuonti malliin	Tekoäly, sensorit	Suunnittelu, hallinta, valvonta	Julkinen paikallisliikenne
4	Kahdensuuntainen tiedonkulku ja integrointi	Ohjelmistotyökalut, datanhallinta	Hallinta, valvonta, ylläpito	Tulossa, älyvalot
5	Itsenäiset toiminnot ja ylläpito	Tekoäly, ohjelmistotyökalut, datanhallinta	Digitaalisen kaksosen avulla voidaan automatisoida prosessien ja systeemien ylläpito ja hallinta	

3.2. Digitaaliset kaksoiset ja poliisitoiminta

3.2.1. Web of Science

Tutkimuskirjallisuudessa digitaaliset kaksoiset ovat vielä tuore ilmiö, mutta kirjallisuutta on silti melko runsaasti. Esimerkiksi Web of Science -tietokannasta tieteellisiin artikkeleihin ja katsauksiin aihekentässä rajattu haku komennolla ”digital twin” OR ”digital twins” tuotti huhtikuussa 2023 yhteensä 4899 tulosta. Niistä avoimesti saatavilla oli 2944 pääosin englanninkielistä julkaisua. Kirjallisuuden määrä on lisääntynyt merkittävästi vuodesta 2019 alkaen. Ensimmäinen tästä tietokannasta avoimesti saatavilla oleva tutkimusartikkeli julkaistiin ilmailualaa koskevassa insinööritieteiden lehdessä vuonna 2014 ja se käsitteli lujuusmekaniikan mallintamista digitaalisen kaksoisen avulla. Kuvioista 1 käy ilmi julkaisujen vuosittaisen lukumäärän kehitys.



Kuvio 1. Akateemisten julkaisujen vuosittainen määrä (Web of Science).

Digitaalinen kaksonen on teknologinen sovellus. Suurin osa saatavilla olevasta tieteellisestä kirjallisuudesta liittyy läheisesti tekniikkaan. Myös teknologian sovelluskohteet ovat toistaiseksi olleet pääasiassa teknisiltä aloilta, tuotantotaloudesta ja automaatiotekniikasta. Poliisialaan liittyviä sovelluskohteita ei ole toistaiseksi juuri tutkittu. Tällaisia artikkeleita Web of Science tietokannasta löytyi

vain kaksi.¹ Niiden aiheena ovat rekisterikilpien lukulaitteista kerättävä tieto ja sen hyödyntäminen (Van de Vyvere & Colpaert, 2022) sekä digitaalisen kakso-
sen soveltuvuus operatiiviseen moniviranomaistoimintaan (Wolf ym., 2022).

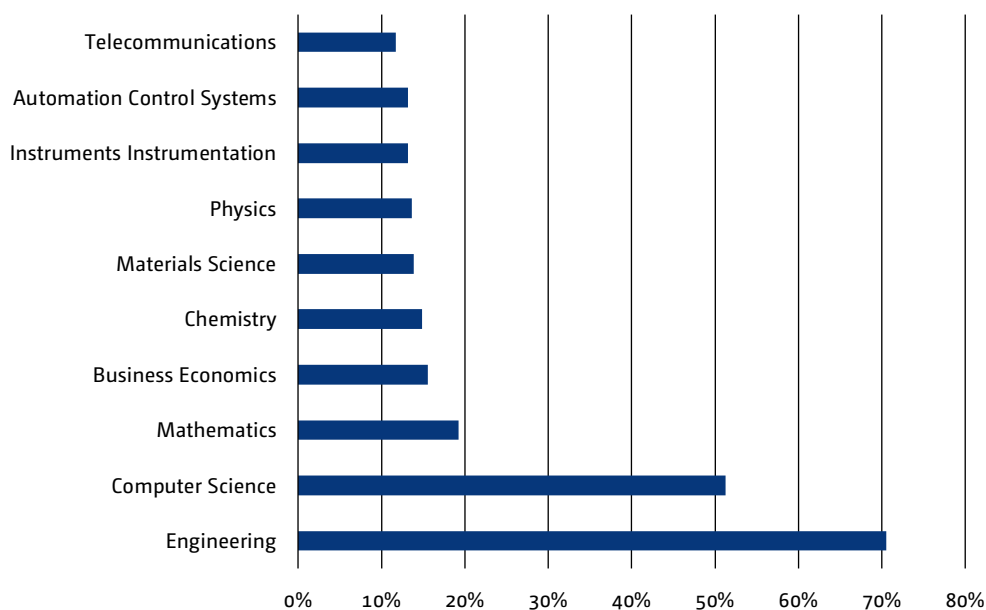
Kuviosta 2 käy ilmi yleisimpien digitaalista kaksosta käsittelevien julkaisujen ja-
kautuminen tutkimusalueittain Web of Science -tietokannassa.² Hakutuloksista
on valittu ainoastaan englanninkieliset, avoimesti saatavilla olevat tutkimus-
ja katsausartikkelit. Toukokuussa 2023 haku tuotti 3097 nämä ehdot täyttävää
tulosta. Ylivoimaisesti suurin osa julkaisuista liittyy insinööritieteisiin ja tieto-
tekniikkaan. Kytkös edelliseen on noin 70 prosentissa julkaisuista ja jälkimmäi-
seenkin noin puolessa. Seuraavaksi yleisimpiä tutkimusalueita ovat matema-
tiikka, liiketalous ja kemia.

3.2.2. Ebscohost – poliisiaiheinen haku

Systemaattisempi katsaus suoritettiin Ebscohostin oikeustiede/valtio-oppi ja
psykologia/sosiologia -tietokantoihin helmikuussa 2023. Ensiksi haettiin suo-
raan englanninkielisiä poliisialaan liittyviä tutkimuksia asiasanoilla ”digital
twin” ja polic* sekä ”digital twin” ja ”policing or police or law enforcement”.
Otsikon ja asiasanojen perusteella poliisialaan liittyviä digitaalisia kaksosia kä-
sitteleviä tutkimuksia löytyi molemmilla hauilla samat kaksi artikkelia, jotka
olivat saatavilla myös Web of science-tietokannasta. Hakua laajennettiin siksi
neljällä muulla asiasanalla. Asiasanalla crimin* pyrittiin poimimaan mahdolli-
set digitaalisia kaksosia koskevat kriminologiset tutkimukset. Englanninkie-
lisiä tuloksia ei löytynyt. Toiseksi käytettiin laajemmin turvallisuutta kuvaavaa
termiä ”security management”, jolla hauilla englanninkielisiä ja otsikon sekä
asiasanojen perusteella jollakin tavalla sisäisen turvallisuuden teemaan liittyviä
tutkimuksia löytyi kolme.

¹ Hakusanat ”digital twin” OR ”digital twins” AND ”policing” OR ”police” OR ”law enforce-
ment” ehdoilla englannin kieli, avoin saatavuus, tutkimus- tai katsausartikkeli.

² Hakusanat ”digital twin” OR ”digital twins”.



Kuvio 2. Digitaalista kaksosta käsittelevien artikkeleiden yleisimmät tutkimusalueet (Web of science).

3.2.3. Ebscohost – täydentävä haku

Kolmanneksi haku laajennettiin edelleen teemalla älykkäät kaupungit. Perusteena tälle on, että digitaalisia kaksosia voidaan käyttää kaupunkisuunnittelussa ja erilaisten sensorien avulla voidaan esimerkiksi liikenteestä ja liikkumisesta kerätä tietoa. Tällä tavalla löydettiin politiikan alan tietokannasta 73 ja sosiologian alan tietokannasta 74 julkaisua, joista otsikon ja asiasanan perusteella saattaisi olla merkitystä poliisitoimen tai viranomaistoimen kannalta ainakin julkishallinnollisessa mielessä. Tällaisia tekstejä löydettiin yhteensä 29. Aivan viimeiseksi tarkasteluun otettiin mukaan digitaalisista kaksosista tehdyt katsaukset asiasanahauulla ”digital twin” or ”digital twins” and ”literature review”. Tuloksiin sisällytettiin ainoastaan ne artikkelit, joissa molemmat hakusanat olivat mukana otsikossa tai asiasanalistassa. Tällä tavalla hakutuloksia saatiin 11. Yhteensä otsikon ja hakusanan perusteella tarkempaan tarkasteluun valikoitui 47 julkaisua, joista saatavilla oli 37. Taulukosta 3. käy ilmi Ebsco-tietokantahaussa käytetyt hakusanat ja tulokset.

Taulukko 3. Tietokantahaku Ebsco-tietokannoista (law/political science ja psychology/sociology)

	Hakusana 1	Hakusana 2	Tulokset (law/pol. sci ja psy- chology/ soc.)	Englan- niksi	Otsikko, asiasanat
1.	digital twin	polic*	68, 73	64, 69	2, 2
2.	digital twin	policing or police or law enforce- ment	4, 4	3, 3	2, 2
3.	digital twin or digital twins	crimin*	1, 1	0, 0	0, 0
4.	digital twin or digital twins	security management	4, 4	4, 4	3, 3
5.	digital twin or digital twins	smart cities or smart city	79, 80	73, 74	28, 29
6.	digital twin or digital twins	literature review	48, 48	48, 48	11, 11
Yhteensä			204, 210	192, 198	46, 47
Saatavilla olevat tutkimus- tai katsausartikkelit					32

Saatavilla olevista 37 julkaisusta kaksi oli duplikaatteja, ja kolme joko lehtiartikkeleita tai konferenssipaperin tiivistelmiä. Tarkempaan tarkasteluun jäi 32 Helsingin yliopiston kirjastossa tutkijoille saatavilla olevaa tutkimusartikkelia tai katsausta. Taulukosta 2 käy ilmi näiden artikkeleiden jakautuminen teemoittain. Dataa, tiedonhallintaa ja tekniikkaa käsitteli yli puolet artikkeleista. Seuraavaksi yleisimpiä teemoja olivat älykkäät kaupungit, liikkuminen ja erilaiset katsaukset.

Taulukko 4. Aineiston jakautuminen teemoittain

Teema	Määrä
Data ja tiedonhallinta	10
Tekniikka	10
Smart city	7
Katsaus	6
Liikenne/liikkuminen	6
Käsitteellinen paperi	4
Kaupunkisuunnittelu	3
Energiatehokkuus	2
Lidar, pistepilvi, drone	2
Maatalous/maan, ilman laatu	2
Moniviranomaistoiminta/viranomaisten välinen yhteistyö	2
Onnettomuudet	2
Poliisi, turvallisuusviranomaiset	2
Rakennusten älykkäät rakenteet	2
Tietoturvallisuus	2
Haasteet	1
Innovaatiot	1
Lääketiede/terveydenhuolto	1
Teollisuus	1
Tuotantotalous	1
Vedenjakelu	1
YHTEENSÄ	32

3.2.4. Kirjallisuuskatsauksen havainnot

Ebscohostista haettua turvallisuusalan viranomaisiin jollakin tavalla liittyvää digitaalisia kaksosia koskevaa tutkimusta oli varsin niukasti. Tällaisia olivat mainitut kaksi poliisialaan liittyvää tutkimusta, kaksi katsausta, yksi tekninen artikkeli sekä yksi älykkäiden kaupunkien kehittämistä julkishallinnossa koskeva artikkeli. Useasta katsauksesta hyödyllisiä oli erityisesti kaksi. Niistä toisessa luotiin katsaus digikaksosissa käytettävään tekniikkaan ja toisessa tarkasteltiin digitaalisia kaksosia koskevia haasteita. Katsaukset oli toteutettu tieteellisesti erityisen vahvasti. Ne olivat molemmat systemaattisia kirjallisuuskatsauksia ja toisessa oli lisäksi kerätty haastatteluaineisto. Lidar-tekniikan kehittämistä koskeva artikkeli antoi tarkemman kuvan tekniikan nykytilanteesta ja kehitysnäkymistä. Älykkäitä kaupunkeja koskevassa artikkelissa arvokasta puolestaan oli julkishallinnollisten näkökulmien esille tuominen nimenomaan digitaalisten kaksosten suhteen.

Tarkastelun perusteella huomataan, että tutkimuskirjallisuutta digitaalisten kaksosten käyttömahdollisuuksista tai sovelluksista poliisitoiminnassa tai sisäisen turvallisuuden alalla ei juuri ole. Siksi Poliisiammattikorkeakoulun kehittämishankkeella on suurikin merkitys tällaisen uuden tiedon tuottajana. Katsaus nosti kuitenkin esille kuusi artikkelia, joissa käsitellyt teemat ovat seuraavat:

1. Älykaupungit ja julkishallinto
2. Moniviranomaisyhteistyö
3. Liikenne
4. Digitaalisten kaksosten tekniikka
5. Lidar-tekniikan kehittäminen
6. Digitaalisten kaksosten haasteet

Seuraavassa luvussa tarkastellaan tarkemmin näitä kuutta artikkelia. Niiden avulla rakennetaan raameja sille, mitä tällä hetkellä tiedetään tai voidaan päätellä digitaalisten kaksosten merkityksestä viranomaisille.

3.3. Temaattinen tarkastelu

3.3.1. Älykaupungit, datalähteet ja paikkatietopoolit

Digitaalinen kaksonen on yksi älykkäiden kaupunkien mahdollistavista teknologisista rakenteista. Se mahdollistaa esimerkiksi ilman saasteiden, julkisen liikenteen, energian kulutuksen, ruuhkien tai väestön liikkumisen seuraamisen tarkoitusta varten kehitetyillä sensoreilla ja toiminnan ohjaamisen sensoreiden syöttämän datan perusteella. Tällainen toiminta ei ole mahdollista ilman paikkatietoja. Paikkatietoja ovat johonkin paikkaan tai alueeseen liittyvät erityiset tiedot, kuten väestötiedot, palvelut, tietoverkot, rakennukset, kiinteistöt tai kaavat (ks. Rainio 2017).

Toisaalta esimerkiksi ilman saasteiden tai energian kulutuksen mallintamiseen ei tarvita kolmiulotteisia tai laserskannauksella tuotettua aineistoa. Kaksonen voidaan luoda kustakin prosessista erikseen ilman kolmiulotteisen mallintamisen tuottamaa kontekstia. Major ym. tutkimuksen mukaan suurin osa älykkäitä kaupunkeja koskevista ratkaisuja onkin aikaan ja paikkaan sidottuja malleja, mutta niiltä puuttuu laajempi konteksti eli niitä ei välttämättä kytketä osaksi kaupunkien kolmiulotteista mallia. (Major ym., 2021.)

Digitaalinen kaksonen (erityisesti tietomallipohjainen kaksonen) voi toimia yhteisenä alustana erilaiselle tiedolle, sen teemoitetulle ja sen analysoinnille (ks. Helsinki, 2019). Tästä on ainakin seuraavia etuja. Se antaa välineitä sitoa erilaiset tiedonlähteet kaupunkiin. Se auttaa maallikkoja ja päätöksentekijöitä ymmärtämään tiedon merkityksen näyttämällä tieto sen omassa kontekstissa ja osana kokonaisuutta. Näin se edistää tiedon saavutettavuutta myös muille kuin teknisille asiantuntijoille. Tämä palvelee myös erilaisten prosessien keskinäisriippuvuuksien havainnollistamista ja tätä kautta syntyvää ymmärrystä. Siten digitaalinen kaksonen voi toimia välineenä tukea tiedon käsittelyä ja tiedolla johtamista. Koska tiedon saavutettavuus parantuu, on kyse myös tiedon johtamisen kehityksestä. (Major ym., 2021; Nohta ym., 2021.) Erilaisten prosessien välisten riippuvuussuhteiden ymmärrys on oleellista kriittisen infrastruktuurin suojaamisen kannalta. Toisaalta niiden riippuvuussuhteiden havainnollistaminen, jos se tapahtuu julkisesti saatavilla olevalla alustalla tai tiedoilla, on myös uusi haavoittuvuus. (Horsmanheimo ym., 2017, s. 56).

Uusien teknologioiden käyttöön ottaminen ei ole itsetarkoitus. Niiden tehtävä on tuottaa lisäarvoa tavanomaisiin prosesseihin. Teknologian vaarana julkishallinnossa voi olla, että uusilla ratkaisuilla vahvistetaan tiedollisia siloja. Vaara syntyy siitä, että järjestelmiä rakennetaan yksittäisten virastojen tai tehtävien tarpeisiin ilman kokonaisharkintaa. Lopputulos voi olla erilaisten järjestelmien tilkkutäkki. Majorin ja muiden (2021) mukaan digitaalinen kaksoinen on parhaimmillaan systeemien systeemi, joka helpottaa kokonaisnäköyksen saamista useista lähteistä tulevaan tietoon. Isossa-Britanniassa hallituksen johdolla perustettiin vuonna 2017 ministeriön ja Cambridgen yliopiston yhteinen keskus, Centre for Digital Built Britain (CDBB), jonka tehtävä oli edistää maan infrastruktuurin ja teollisuuden digitalisaatiota ja älykästä hallintaa. Vuonna 2018 keskus julkaisi linjaukset siitä, miten julkishallinnollisessa kontekstissa digitalisaatiota tulisi kehittää ja millä periaatteilla turvattaisiin digitaalisten kaksosten yhteensopivuus ja niiden hyöty. Kehitystyön tulee olla tarkoituksellista, luotettavaa ja laadukasta ja sen tulee toimia tehokkaasti. (Bolton A, Enzer M, Schooling J., 2018). Periaatteet käyvät ilmi Taulukosta 5.

Taulukko 5. Digitaalisten sovellusten julkishallinnolliset periaatteet (Bolton A, Enzer M, Schooling J., 2018).

Tarkoitus	Julkinen hyödyke	Arvon lisäys	Näkemyks ja tieto
Luottamus	Turvallisuus	Avoimuus	Laatu
Toiminnallisuus: täytyy olla käyttökelpoinen	Kaksosten verkosto: täytyy olla keskenään yhteensopivia järjestelmiä	Selkeä omistajuus, hallinta ja sääntely	Kehittyminen: täytyy kehittyä yhteiskunnan ja teknologian kehityksen myötä

3.3.2. Moniviranomaisyhteistyö

Moniviranomaistoimintaa koskevassa artikkelissa (Wolf ym., 2022) käsiteltiin itse asiassa enemmän tilannekuvan luomista kuin varsinaista moniviranomaisyhteistyötä. Wolf ja kumppanit esittävät digitaaliset kaksoset välineenä hallita, jäsentää ja kontekstualisoida sekä yhdistellä monimuotoista ja reaaliaikaista dataa. Mallissa on kolme elementtiä: hälytystehtävän tapauskohtaiset taustatiedot, joita ei ole voitu integroida digitaalisen kaksosen osaksi, internetyhteyden ja erilaisten sensorien avulla kerättävä digitaaliseen kaksoseen integroitu tieto sekä digitaalinen kaksonen ongelma-alueesta, johon sensoritiedot välittyvät. Sensoritietoja tutkijoiden rakentamassa prototyypissä on liikennettä, säätä ja vaaratekijöitä koskevat tiedot.

Hälytystehtävän saavat viranomaiset voivat tarvita monentyyppistä tietoa. Osa tiedosta on staattista ja osa dynaamista. Ensimmäiseen ryhmään voi kuulua tiedot maaston muodosta, rakennuksista, hallinnollisista tai toimivaltaan liittyvistä rajoista, väestöstä ja haavoittuvista ryhmistä, kriittisestä infrastruktuurista, kuten kaasu-, vesi- tai sähköjohdoista. Tällaiset tiedot voidaan liittää osaksi digitaalista kaksosta. Dynaamista tietoa voivat olla onnettomuutta tai hälytystehtävän syytä koskevat tiedot, tiedot ongelman laajuudesta, vaikutusalueesta, vaikutusalueella olevista ihmisistä, henkilö- ja omaisuusvahingoista, liikennetiedoista tai sääolosuhteista. Osa näistä tiedoista voidaan integroida osaksi digitaalista kaksosta, mutta osa mallin ulkopuolista muuttavaa dataa.

Wolfin ja kumppaneiden (2022) artikkelissa esitetty näkökulma tukee digitaalisten kaksosten määrittelyä systeemien systeemiksi ja johtamisen apuvälineeksi. Artikkelissa ei kuitenkaan avaudu uusia näkökulmia viranomaisten väliseen yhteistyöhön. Suomessakin liikennevirtoja ja sääolosuhteita koskevat tiedot voisivat olla ensivasteen viranomaisille hyödyllisiä, mutta koska kaupungit ovat suhteellisen pieniä ja viranomaisilla on pääsääntöisesti hyvä paikallistuntemus, lienee tällaisen tiedon lisäarvo melko vähäinen. Varsinaisen moniviranomaisyhteistyön kannalta artikkelin anti on tilannekuvan luominen ja sen jakaminen viranomaisten välillä.

3.3.3. Liikenne

Tutkimuksessaan van de Vyvere ja Colpaert (2022) tarkastelevat rekisterinkilven lukulaitteiden hyödyntämistä liikennemäärien mallintamisessa digitaalisen kaksosen avulla. Lukulaitteiden avulla voidaan kerätä yksityiskohtaista tietoa ajoneuvoista valvonnan kohteeksi valitulla alueella. Suomessa poliisin rekisterikilven lukulaitteet (revika) tunnistavat ajoneuvon rekisterikilvet syöttävät sen järjestelmään, joka automaattisesti yhdistää kilven poliisin käytössä oleviin rekistereihin. Näin poliisi saa automaattisesti tiedon siitä, täyttääkö ajoneuvo liikennekäytön edellytykset ja onko ajoneuvoa koskevat velvoitteet ajan tasalla. Artikkelissa tutkittiin rekisterikilven lukulaitteiden soveltuvuutta muuhun kuin poliisin valvontatyöhön, jolloin edellytyksenä on tietojen anonymisointi. Kun rekisterikilpiin liittyvät ajoneuvotiedot on anonymisoitu, jäljelle jäävä tieto koskee enää liikennevirtoja.

Digitaalisen kaksosen ja revikajärjestelmien yhdistäminen avaa ainakin seuraavia mahdollisuuksia. Sen avulla voidaan liikennevalvontaa helpottaa. Voidaan esim. kerätä tietoa jollakin alueella liikennöivistä autoista, ja kun järjestelmään tulee ilmoitus maksattamista veroista tai katsastuksesta, voidaan ilmoitukseen liittyvät virkatoimet suorittaa toimistosta. Näin liikennevalvontaan on mahdollista saada lisää kattavuutta ja tehokkuutta. Edelleen voidaan kerätä tietoa liikennemääristä ja tuottaa tietoa valvonnan kohdentamista tai liikennevirtojen ohjausta varten. Jos digitaalisia kaksosia laaditaan laajoille alueille, voidaan ajoneuvotietojen perusteella muodostaa profiileja liikennöinnistä. Tällä tavalla voidaan helpottaa poliisin valvontaa. Jos haavoittuvien kohteiden ja poistumisreittien läheisyydessä käytetään ns. kiinteää kameravalvontaa ja niissä oleva rekisterikilvenlukua, voidaan ajoneuvotiedot saada rikosten tapahtumapaikkojen ja poistumareittien läheisyydestä ilman poliisin läsnäoloa tai todistajia.

3.3.4. Tekniikka ja sen haasteet

Digitaalisten kaksosten teknistä toteutusta tarkasteltiin (Botín-Sanabria ym., 2022). Tähän työhön viitattiin soveltuvilta osin yllä luvussa 2. Tutkimuksessa tunnistettiin myös viisi digitaalisten kaksosten haastetta. Botín-Sanabrian ym. (2022, 24) mukaan näitä ovat 1) tietoon liittyvät haasteet, kuten tietosuojaja, tiedonhallinta, analyysi, 2) standardien ja sääntelyn puute, 3) kustannukset esimerkiksi sensoreista, alustoista ja palvelimista, 4) AI ja big data haasteet

kahdensuuntaisessa mallissa sekä tiedon standardien haasteet, 5) tiedonkulun haasteet, hitaus ja 5G teknologia.

Tutkimuksessa Lei ym. (2023) käsiteltiin digitaalisten kaksosen haasteita laajemmin. Monet haasteista ovat luonteeltaan teknisiä ja liittyvät tietoon. Ongelmaksi voi muodostua tiedon laatu, saatavuus, yhteensopivuus ja yhteensovittaminen sekä erilaiset standardit tai tiedostomuodot. Erilaisten ohjelmistojen käyttötarve edellyttää lisenssejä ja rajoittaa tietoon pääsyä. Tietoa tuotetaan teknisillä laitteilla, kuten droneilla, säähavaintoasemilla tai esimerkiksi ilmansaasteita tai lämpötiloja mittaavilla sensoreilla, joiden hankinta, asennus, käyttö ja ylläpito vaatii osaamista, rahaa ja yhteensovittamista. (Lei ym., 2023, s. 5.)

Digitaalinen kaksonen on yleensä koottu erilaisista tietomalleista, joissa laserkeilatusta aineistosta tehty kolmiulotteinen paikkatietomalli on pääasiallinen visuaalinen alusta (Botín-Sanabria ym., 2022; Major ym., 2021). Laserkeilatusta aineisto sisältää tarkat paikkatiedot ja siitä on saatavilla eri objektien väliset etäisyydet millien tarkkuudella. Nykyiset ohjelmistot eivät kuitenkaan vielä tunnista objekteja ja niiden muotoja. (Lei ym., 2023, s. 5; Xue ym., 2020.) Siksi valon ja varjon leikkiminen laserkeilan alla voi synnyttää pehmeitä ja pyöreitä muotoja siellä, missä todellisuus on teräväpiirteistä. Samoin puuston, katosten tai pöytien alleen synnyttämät katveet tuottavat kolmiulotteiseen malliin aukkoja, jotka on korjattava käsityönä ennen kuin apuun saadaan tekoälyn avulla automatisoitua korjausta.

Xuen ym. (2020, 428) tutkimuksessa havaittiin, että tekoälyä hyödyntämällä oli mahdollista opettaa tietokone tunnistamaan laserkeilatusta pistepilviaineistosta autojen merkit. Ohjelmistoon oli ensin syötettävä automerkit ja mallit. Tutkimus antaa viitteitä siitä, että tulevaisuudessa laserkeilatusta aineisto voi tunnistaa objekteja ja esimerkiksi rakennukset ja maaston muodot eivät olisi enää pehmeäraja- ja niiden läpi ei voisi kulkea. Tällä tasolla tekniikka ei kuitenkaan vielä ole.

Teknisiä hankaluuksia liittyy myös muun aineiston yhdistämiseen. Laserkeilauksella tai droneilla kuvattuun kolmiulotteiseen malliin voidaan kytkeä rakennettua ympäristöä koskevaa tietoa, staattista dataa ja ihmisten toiminnasta kerättävää dynaamista aineistoa. Nämä ovat kaikki erilaisia aineistoja omilla tiedostomuodoillaan ja niiden käsittelyyn tarvitaan omat ohjelmansa ja sensorinsa. Rakennustietoaineistojen (BIM) kytkeminen laserkeilatettuun aineistoon

ei ole suoraviivaista vaan vaatii teknisiä toimenpiteitä, jotta rakennus ei leijuksi ilmassa. (Lei ym., 2023, s. 5.)

Staattisen, esimerkiksi demografiaa tai rakennusten käyttötarkoitusta koskevat tiedot ovat edelleen kokonaan erityyppisiä ja vaativat jonkin teknisen sillan, jotta ne saadaan osaksi digitaalista kaksosta. Dynaamisen datan keräyksellä ja integroinnilla on myös tämä ongelma. Datan keräämistä varten tarvitaan sensoreita, joiden alueellinen tiheys saattaa poiketa merkittävästi, mikä tuottaa tiedon laatuun liittyviä haasteita. Tiedon määrä on oma merkittävä haasteensa, koska sen prosessointi edellyttää tehokkaita järjestelmiä. Pelkästään laserkeilattun aineiston katselu vaatii suoritustehoja, koska aineisto ei ole kuvan laadun ja käyttäjän kannalta optimoitua. Tämä puolestaan on yksi tekijä, mikä näkyy käytettävyyden haasteina. (Botín-Sanabria ym., 2022, s. 24; Lei ym., 2023, s. 5.)

Aikaisemmin mainitut esimerkit Helsingin ja Göteborgin digitaalisista kaksosista ovatkin melko pelkistettyjä malleja, joissa ei ole BIM-malleja vaan pelkistetyjä arkkitehtuurimalleja yhdistettynä laserkeilattuun aineistoon. Dynaamista dataa niissä ei ole ja staattista dataa lähinnä keskustelualustan muodossa digitaalisen kaksosen kyljessä. Kokemukset peliympäristöstä ovat käytettävyyden ja näkymien tarkkuuden kannalta kokonaan omassa sarjassaan. Saavutettavuutta ja käytettävyyttä rajoittavat suoritustehojen ja pelimaailmasta nousevien odotusten ohella erilaisten ohjelmistojen lisenssit ja teknisen osaamisen vaatimukset. Digitaalisten kaksosten rakentaminen edellyttää teknisiä taitoja, ohjelmistolisenssejä, dataa ja ymmärrystä siitä, mikä data on relevanttia ja miten se parhaiten voidaan tehdä käyttäjälle saavutettavaksi. Tällaista osaamista on harvoin yhdellä organisaatiolla ja vielä harvemmin yksittäisellä ihmisellä.

Käytettävyyttä, asiantuntemusta ja tiedolla johtamista koskevat haasteet ovat muita kuin teknisiä haasteita. Tähän ryhmään kuuluvat lisäksi koordinaation haasteet, kun erilaista tietoa ja osaamista on voitava yhdistellä ja koota tarkoituksenmukaisesti. Muita haasteita ovat rahoitukseen ja osaamisen kasvattamiseen liittyvät haasteet. Julkishallinnolla ei ole vielä kyvykkyyttä tuottaa digitaalisia kaksosia. Osaaminen on yksityisillä sektoreilla. Tiedon tuottaminen ja päivittäminen maksaa ja saatava hyöty on oltava perusteltavissa kustannusten suhteen. (Lei ym., 2023, s. 6.)

Omat rajoitteensa tuovat tietosuojan ja tietoturvan vaatimukset. Esimerkiksi rekisterikilvistä tai henkilökohtaisista mobiililaitteista kerättävät yksilöivät tiedot

on voitava anonymisoida ja välttää tarkoituksettomien rekisteritietojen kerääminen. Samoin on vältettävä tuottamasta julkisesti saataville muuta salassa pidettävää tietoa. Julkisuuslaki (6: 24) velvoittaa viranomaisia pitämään salassa rakenteiden turvajärjestelyitä ja esimerkiksi väestönsuojelua koskevat asiakirjat. Tämä asettaa edelleen osaamiseen ja tietosuojaan liittyviä vaatimuksia. Tähän teemaan liittyy myös kriittisen infrastruktuurin väliset riippuvuussuhteet (ks. Horsmanheimo ym., 2017). Digitaalisen kaksosen yksi etu on, että se voi tarjota kokonaisvaltaisen näkökulman kaupunkeihin, mutta tällä on myös heikkoutensa, koska samalla se voi mahdollistaa kriittisen infrastruktuurin välisten riippuvuuksien tarkemman havainnoimisen. Siksi julkisuuslainsäädännön vaatimukset ovat oleellisia digitaalisen kaksosen hallinnassa. Oleellista on myös, miltä taholta paikkatietoja ostetaan, jos ne tuotetaan yksityisenä ostopalveluna.

3.4. Havainnot

Tämän osion tavoitteena oli kirjallisuuskatsauksen avulla selvittää, millaista tutkimustietoa on saatavilla digitaalisen kaksosen soveltuvuudesta ja käytöstä sisäisen turvallisuuden viranomaistoiminnassa. Artikkelihakuja tehtiin Web of Science ja Ebscohost-tietokantoihin. Suoraan viranomaistoimintaan kytkeytyviä tutkimuksia hakutuloksista oli ainoastaan kaksi. Suurin osa kirjallisuudesta liittyi insinööritieteisiin, tekniikkaan, tuotantoon, älykkäisiin kaupunkeihin ja kaupunkisuunnitteluun. Näillä teemoilla voi olla kytköksiä myös viranomaiskentälle, mutta tutkimusta rajapinnoista ja käyttökohteista on vielä hyvin niukasti. Tämä havainto perustelee tutkimustiedon tarvetta tästä teemasta. Samoin se perustelee viranomaislähtöisen toiminnallisen analyysin tarvetta digitaalisista kaksosista. Näihin puutteisiin tässä tekstissä ja Poliisiammattikorkeakoulun Digital Twin -hankkeessa osaltaan vastataan.

Tarkastelusta voidaan nostaa kolme yleistä viranomaistoimintaan liittyvää teemaa: 1) ohjaavat periaatteet, 2) hyödyt ja 3) haasteet.

Ohjaavia periaatteita on kolme.

1. Digitaalisen kaksosen käytön tulee olla tavoitteellista eli käytännössä tukea viranomaisia niiden lakisääteisten tehtävien suorittamisessa.
2. Digitaalisen kaksosen tulee edelleen tuottaa luotettavaa tietoa.
3. Digitaalisen kaksosen tulee olla käyttökelpoisia.

Digitaalisten kaksosten hyötyjä sisäisen turvallisuuden alan viranomaisille voidaan nähdä älykaupunkeja, moniviranomaistoimintaa ja liikennettä käsitellessä artikkeleissa. Turvallisuusviranomaisille soveltuvia hyötyjä voivat olla:

1. kokonaisuuksien hahmottaminen,
2. tilannekuvan luominen ja jakaminen viranomaisten välillä,
3. monen tasoisen dynaamisen ja staattisen tiedon tuottaminen viranomaisten käyttöön yhdessä helposti lähestyttävässä kokonaisuudessa,
4. liikenteen ja turvallisuuden edistäminen,
5. asiakaslähtöisyyden vahvistaminen ja tuominen paremmin osaksi viranomaisten päätöksentekoa sekä
6. yleisellä tasolla tietojohdoisuutta vahvistavien rakenteiden luominen.

Toisaalta tutkimuksista ei käynyt ilmi, mitä nämä eri tekijät tarkalleen voisivat kunkin viranomaisen toimialalla olla.

Digitaalisten kaksosten haasteita ovat ainakin seuraavat:

1. Tiedon laadusta ja määrästä johtuvat haasteet.
2. Tiedon ja tiedostomuotojen yhtensovittamisesta johtuvat haasteet.
3. Tekniikan rajoitteet, kuten siitä koituvat kustannukset ja osaaminen.
4. Tietoliikenne- ja käyttöjärjestelmien kapasiteetin aiheuttamat rajoitteet.
5. Käyttökelpoisuuden haasteet.
6. Tiedon avoimuuden ja salattavuuden asettamat haasteet.

Digitaalisten kaksosten käyttämät tietopoolit eivät ole yhteismitallisesti tuotettuja ja tuottajakenttä on sirpaleinen. Yhteisten standardien puute on merkittävä hidaste eri datamuotojen käytölle ja vaatii aina teknistä osaamista. Järjestelmien ja tiedon muodon yhteensopivuus on tärkeässä asemassa. Myös itse digitaaliset alustat, joihin tietoa voidaan kerätä ja joissa se voidaan teoriassa tuottaa käyttäjälle helposti lähestyttävään muotoon vaativat teknistä osaamista. Viranomaisten omista mahdollisista hankkeista kansainvälistä tutkimuskirjallisuutta näyttää olevan hyvin niukasti, vaikka tällaisia hankkeita on käynnissä ja jo päättynyt Suomessakin useita.

4. Kehittämishankkeen havainnot ja arviointi

Tässä luvussa tarkastellaan ja arvioidaan yhtäältä Polamkin digitaalista kaksosta ja sen käyttömahdollisuuksia sekä toisaalta pohditaan yleisemmin digitaalisten kaksosten sovelluskohteita sisäisen turvallisuuden viranomaistoiminnassa. Jälkimmäinen tarkastelu perustuu innovaatiohankkeen aikaisiin havaintoihin ja kirjallisuuskatsaukseen.

Poliisiammattikorkeakoulun digikaksosen lähtökohtana on Tampereen kaupungin tuottama digitaalinen kaupunkimalli. Se on tuotettu sekä kuvaamalla että laserkeilaamalla, mutta siitä ei ole rakennettu semanttista tietomallia. Sen sijaan aineisto on viety Unity-pohjaiselle AURA-pelimoottorille. Tästä syystä Polamkin digikaksosen ei ole pelkästään kaupunkiympäristön visualisointia varten tehty työkalu, kuten kolmiovektorimallit. Polamkin kaksoseen on siirretty myös Tampereen Esplanadilla sijaitsevan rakennuksen tietomalli, jota on lisäksi muokattu koulutuksen tavoitteisiin paremmin soveltuvaksi, mutta tietokantamalli se ei silti ole. Nimenomaan pelimoottori mahdollistaa tällaisen manipuloinnin. Manipuloinnin seurauksena Polamkin digitaalisessa kaksosessa on eräitä tietokantamalleihin kuuluvia piirteitä.

Pelimoottorin etuna kaupunkikaksosten tietokantamalleihin nähden on ainakin sen hinta sekä pelilliset toiminnallisuudet. Tampereen Hervannasta oli jo ennen hanketta olemassa pelimoottoria käyttöliittymänä hyödyntävä visuaalinen malli. Pelkkä laserkeilattu aineisto tai laserkeilattua ja kolmioverkkomallia käyttävä malli olisi ollut lähinnä visuaalinen eli toiminnallisuuksien ja kehittämistyön kannalta kädetön väline. Pelimoottori tarjoaa mahdollisuuden kaksosen manipulointiin ja toiminnalliseen testaamiseen, kun taas tietokantamallia ei ollut saatavilla ja kustannukset sellaisen tekemiseen olisivat olleet hankkeen ulottumattomissa.

Digitaalinen kaksosen hankkeessa paljon aikaa on käytetty erilaisten käyttötaustusten ideointiin, suunnitteluun ja testaukseen. Hankkeen tavoitteenahan on ollut tuottaa koulutuksen ja toiminnan kehittämiseen soveltuva alusta, mutta työtä on lähdetty tekemään ilman vahvaa ymmärrystä siitä, mihin digitaaliset kaksoset tosiasiallisesti soveltuvat ja millä edellytyksillä. Työn tuloksena hankkees-

sa on tunnistettu ainakin seuraavat kuusi viranomaistoiminnan muotoa, joihin digitaalinen kaksonen voi tuoda lisäarvoa.

1. Liikkuminen ja havaintojen tekeminen.
2. Tutkinta (rikostutkinta, palonsyöntutkinta).
3. Ennalta estävä toiminta.
4. Johtaminen ja tilannekuvan muodostaminen.
5. Moniviranomaisyhteistyö.
6. Varautuminen ja turvallisuussuunnittelu.
7. Virtuaaliodellisuuden ja lisätyn todellisuuden hyödyntäminen näiden tukena.

Osa näistä koskee pelkästään koulutusta, osa poliisi- ja muun viranomaistoiminnan kehittämistä. Kirjallisuudessa esille nousseiden hyötyjen suhteen nämä ovat osin limittäisiä ja osin avaavat uusia näkymiä. Kirjallisuudessa ei noussut esille tutkintaa, ennalta estävän toiminnan ulottuvuutta eikä turvallisuussuunnittelun teemaa. Kirjallisuudessa melko suuri painoarvo oli useista eri tietolähteistä saatavilla olevan dynaamisen ja staattisen aineiston yhdistäminen digitaalisessa kaksoessa helposti saavutettavaan muotoon, joka tukee kokonaisuuksien ymmärtämistä. Myös kehittämishankkeessa tavoitteena oli selvittää mahdollisuuksia hyödyntää Polamkin digikaksosta tiedonsiirron alustana.

Näyttää kuitenkin siltä, että tekniikan haasteet ylittävät tällä hetkellä laajamittaisen tiedonsiirron mahdollisuudet. Toisaalta kaupunkitietomallit lienevät tällaiseen tarkoitukseen muutenkin paremmin sopivia (Helsinki, 2019). Samoin digitaalisen kaksonen käytön asettamat tietotekniset vaatimukset ovat merkittäviä. Hankkeessa on huomattu, että käyttövälineelle ladattava digikaksonen vaatii melko korkeatasoisen näytönohjaimen ja suorittimen eikä siksi ole mahdollista suurimmalla osalla nyt Polamkissa käytössä olevista koneista. Siksi digikaksosesta on rakennettu selainpohjainen versio, jossa näkymä ei ole yhtä laadukas, mutta joka avautuu heikommillakin koneilla. Selainpohjaisen version käytettävyyttä on rasittanut erityisesti sen hitaus, sillä se vaikuttaa vaativan melko nopean internetyhteyden ja suorituskykyisen tietokoneen. Tämä näyttäisi olevan merkittävin Polamkin digikaksosen haasteista – ja yhtenevä kirjallisuudesta nostettujen päätelmien kanssa. Se kertoo ennen kaikkea siitä, että tekniikka on vielä uutta.

Oheiseen Taulukkoon 6 on koottu kehittämishankkeen SWOT-analyysi. Se perustuu vuoden 2023 yhteistyökokouksen havaintoihin. Yhteistyökokous oli vuoden ensimmäinen tapaaminen, jossa esiteltiin Polamkin digitaalisen kaksosen silloinen versio – kun kehitystyön ensimmäinen vuosi oli jo kulunut.

Taulukko 6. Digital Twin seurantaryhmän 1. tapaamisen pohjalta vuonna 2023

Vahvuudet (S)	Heikkoudet (W)
<ul style="list-style-type: none"> • Kaikki toimijat hyvin edenneet ja osaavat digitaalisen kaksosen ajatuksen • Simulointiosaaminen vahvaa • Poliisiammattikorkeakoulun digitaalinen kaksosen ”hiekkalaatikko valmiina” • Motivaatio TKI-kehittämiseen vahva kaikilla • Laatu- ja Nato-yhteensopivat rajapinnat • Rikos- ja palontutkinta osittain samaa asiaa • Koulutusympäristöt ja didaktiset välineet digitalisoituu 	<ul style="list-style-type: none"> • Digitaalisen kaksosen kehitys Suomessa on kaupunkien ja muiden alueiden osalta aktiivista mutta kaikki rakennettu hieman erilaiselle alustalle ja logiikalle. • Pois silloista kohti palveluita-ajattelu vaatii lisää huomiota • Poliisin ja pelastustoimen yhteiseen harjoitustarpeeseen täytyisi vastata • Liitynnät kenttäjohtojärjestelmään vaatii tarkastelua • Kokonaisarkkitehtuurin sovittamista täytyy tehdä • Digitaalisen kaksosen tieto ja käytön osaaminen kentällä • Metsäpalo haasteellinen mallintaa • Kustannusten jakaminen ja digitaalisen kaksosen yhteistoiminnallisen jatkokäytön varmistaminen (johdon tuki ja kustannusten jako).

Mahdollisuudet (O)	Uhat (T)
<ul style="list-style-type: none"> • Ison tapahtuman hallinta digitaalisella alustalla • Raja-aita • CPTED, poliisin ”turvakatse”, vastaava pelastukselta? • Räjähdyksen käyttötapaus • Johtamisjärjestelmä, kokonaisarkkitehtuuri • teleporttaus • VR, AR, XR, MR, tekoäly • Ilmoittajalle sijainnin mukaan ohjeet turvalliseen paikkaan ja etenemissuuntaan siirtymiseen. • Poliisiammattikorkeakoulun Living lab ajattelu. • Perusharjoitus Poliisiammattikorkeakoulu, sovellettu harjoitus lähiympäristön digitaalisessa kaksosessa. • MML:n mittauskampanja, tämän mahdollisuuden tarkastelu ja selvitys • Paperikuvista mahdollisuus muuttaa 3D kuviksi automaattisesti (tekoäly) • Piirretään pelastusopiston harjoitusympäristö osaksi Polamk:n digitaalista kaksosta • Ei laajenneta vaan tuodaan todellisuuden osia mukana ja toteutetaan Polamk:n alueella operatiivisia mallinnuksia. • Laiva • Lentokone • Pelillistäminen opetuksen ja oppimisen tueksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Viranomaiset eivät pysy digitaalisen kaksosen ja digitalisaation kehityksessä mukana. Koulutus, kenttä, yhteiskunta. • Tietoturvan ja -suojan vaarantumisuhat. • Ero Polamk digikaksosen ja tosimaailman erilaisten kaksosten välillä liian suuri, opittua ei pystytä siirtämään kentälle (yliodotukset).

4.1. Liikkuminen ja havainnointi

Liikkumiseen ja havainnointiin liittyviä Polamkin digikaksosen työprosessissa tunnistettuja käyttötapauksia ovat seuraavat:

- Ajoneuvojen sijoittelu.
- Alueen eristäminen.
- Kadonneen tai pakenevan henkilön etsintä.
- Maastontiedustelu.
- Aseuhkaan varautuminen.
- Vaarallisen kohteen lähestyminen.
- Suojaisten reittien valinta vaihtelevassa maastossa.
- Tilan tarkastaminen.

4.1.1. Hälytysajoneuvon sijoittelu

Digitalisaatiosta huolimatta hälytystehtävät edellyttävät usein viranomaisen saapumista paikanpäälle. Nopeimpien reittien valinnat huomioiden liikennevirrat ja turvallisuus ovat osa viranomaisten ammattitaitoa. Suomen kokoisessa maassa paikallistuntemus on tässä tärkeää, vaikka viranomaisilla on käytössä kaksikulotteisen karttapalvelu ja avoimen verkon reittipalvelut. Kohteessa ajoneuvojen sijoittelu tapahtuu eri viranomaisilla eri logiikalla. Esimerkiksi poliisin tulee huomioida mahdollisiin uhkatekijöihin varautuminen sekä vähimmän haitan ja hienotunteisuuden periaatteet asiakasta kohtaan. Pelastuslaitokselle tärkeitä tekijöitä ovat vedenottopisteet ja pelastustyön vaatimukset. Koulutuksessa näitä taitoja harjoitellaan. Digitaalinen malli kaupunkitilasta tarjoaa alustan toteuttaa tällaisia harjoitteita.

4.1.2. Alueen eristäminen, pakenevan seuranta ja maastontiedustelu

Digitaalinen kaksosen soveltuu myös alueen eristämisen ja esimerkiksi pakenevan henkilön etsintään. Samalla tavalla kuin kaksikulotteisissa kartoissa, voidaan siinäkin määrittää rajattava alue esimerkiksi etsintöjä varten. Digitaalisen kaksosen tuoma lisäarvo alueen eristämiseen on kolmiulotteinen malli. Maaston muotojen, rakennusten, katosten, metsäkaistaleiden ja istutusten näkymi-

nen antaa etsinnöistä vastaaville henkilöille kaksiulotteista karttakuvaa paremman käsityksen mahdollisista piilopaikoista ja etsittävän henkilön mahdollisesti käyttämistä reiteistä.

Digitaalisen kaksosen lisäarvo kolmiulotteisena paikkatietojärjestelmänä perustuu lähinnä tarkempaan maaston ja toimintaympäristön hahmottamiseen. Kaksosta ei siten tule vertailla nykyisten kenttäjärjestelmien kokonaisuuteen vaan kaksiulotteiseen karttajärjestelmään. Uusi kenttäjohtojärjestelmä KEJO tulee lähivuosina viranomaisten yhteiskäyttöön. Digitaalisten välineiden kehittämisen kannalta olisi tärkeä selvittää, millä edellytyksillä digitaalisia kaksosia voidaan käyttää kaksiulotteisen paikkatietojärjestelmän rinnalla.

Nykyisiin kaksiulotteisiin järjestelmiin on jo kytketty partioiden reaaliaikaiset sijaintitiedot, ja ne näkyvät kaikille tehtävään osallistuville partioille. Nykyiset karttajärjestelmät ovat lisäksi integroitu osaksi viranomaisten kenttäjohtojärjestelmiä. Samasta järjestelmästä on saatavilla paitsi kohteen sijainti ja osoite, muiden tehtävään liitettyjen viranomaisten sijainnit, myös kohteeseen liittyvät nykyiset ja aikaisemmat tehtävätiedot. Esimerkiksi pakenevan henkilön etsinnöissä sekä tilannejohto että yksittäiset partiot näkevät toistensa sijainnin ja voivat seurata operaation etenemistä ajantasaisesti. Viranomaisten järjestelmät ovat useimmiten suljettuja ja turvaluokiteltuja järjestelmiä. Digikaksoset sen sijaan ovat yleensä julkisia kolmannen osapuolen ympäristöjä, joihin poliisilla on pääsy, mutta joihin poliisi ei voi siirtää kuvauksia omasta toiminnastaan tai edes turvaluokitelluista intresseistään.

Myös digikaksosiin on mahdollista kytkeä reaaliaikaiset paikkatiedot. Polamkin digikaksosen on kytketty Tampereen kaupungin bussi- ja ratikkaliikenteen ajantasaisiin paikkatietoihin. Kaksosessa voi seurata bussin tai ratikan saapumista Hervantaan, pysähdyksiä tai vaikka ajaa niiden perässä omalla autolla. Koska poliisi joka tapauksessa näkee sijaintitiedot omista järjestelmistään, ei ole arvioitu tarkoituksenmukaisesti yhdistää Polamkin kaksoseen käyttäjien paikkatietosensoreita.

Polamkin digitaalisen kaksosen mahdollista lisäarvoa ei siten voida arvioida vertaamalla kaksosen käytettävyyttä pakenevan henkilön etsinnässä viranomaiskäytössä oleviin kenttäjohtojärjestelmiin, koska nämä eivät ole keskenään vertailukelpoisia. Sen sijaan tulisi arvioida rinnakkaiskäytön mahdollisuuksia samalla päätelaitteella. Lisäarvo syntyisi kolmiulotteisesta tilanneku-

vasta. Digitaalinen kaksonen antaisi tässä mahdollisuuden eri laskennallisille mahdollisuuksille esim. reittivalinnoissa, kun henkilö pakenee, piileskelee tai on valinnut esim. julkisen liikenteen poistuaan paikalta. Tällä voitaisiin havainnoida eri todennäköisyyksiä.

Vaikka esimerkiksi pakenevan henkilön etsintä Poliisiammattikorkeakoulun digikaksosen avulla ei ole kokonaisuudessaan kilpailukykyinen nykyjärjestelmien kanssa (joskin niiden rinnalla voi tuottaa lisäarvoa), tukee sekin viranomaisten valmiuksia hyödyntää kehittyvää teknologiaa tulevaisuudessa. Hyöty ilmenee kahdella tavalla: Poliisiammattikorkeakoulun digitaalisen kaksosen avulla tutustaan digitaalisten kaksosten käyttöön ja opitaan tunnistamaan uusien teknologioiden käyttömahdollisuuksia.

4.1.3. Aseuhkaan varautuminen, suojaisten reittien havainnointi

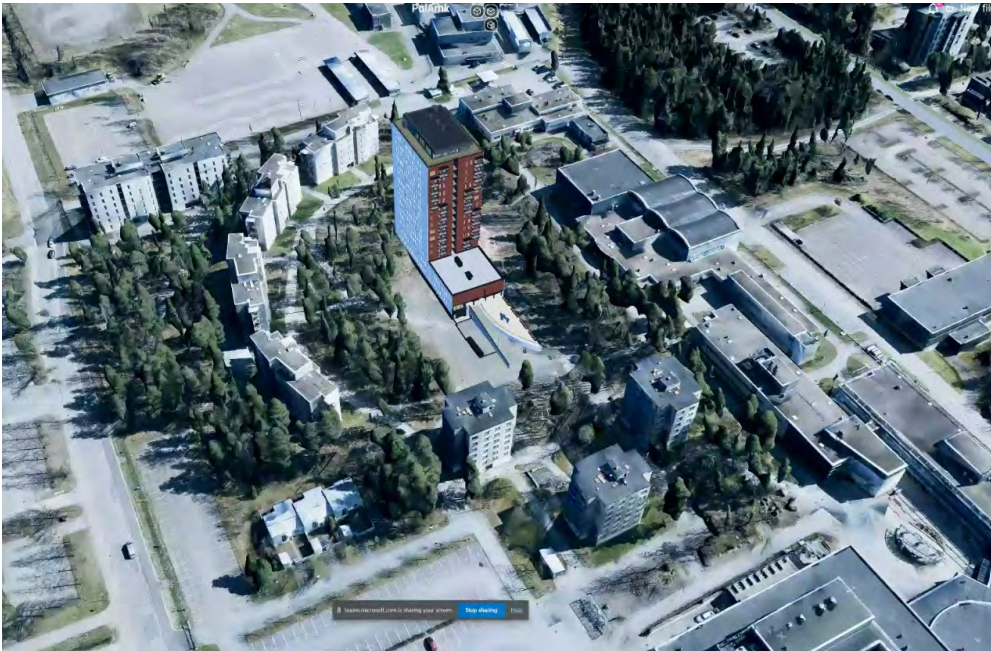
Jalkaisin liikkuminen kohteessa on yhtä tärkeää kuin ajoneuvoilla tapahtuva toiminta. Poliisin ja puolustusvoimien liikkumista määrittää yhtäältä pysyminen piilossa ja suojassa, riskitekijöiden havainnointi ja tunnistaminen sekä oman voimankäytön mahdollistaminen. Poliisin tulee omalla sijoittautumisellaan luoda itselleen mahdollisimman laajasti erilaisen toiminnan mahdollisuuksia asiakkaidensa suojaamiseksi, vaikka nämä uhkaisivat itse poliisia väkivallalla. Sotilaan tulee taas voida maksimoida omat voimansa vihollisen eliminoimiseksi.

Liikkuminen Polamkin digitaalisessa kaksosessa antaa tähän mahdollisuuksia. Koska Poliisiammattikorkeakoulun digitaalinen kaksonen on rakennettu pelimoottorille, voidaan siihen lisätä tällaista havainnoinnin ja liikkumisen harjoittelua tukevia lisätyn todellisuuden elementtejä. Aseuhkan vaikutusalueet ja suojaisat reitit on mahdollista tarkastella etukäteen. Virtuaalilaseilla voidaan havainnointia harjoitella 360-asteen näkökulmalla ja ikään kuin läsnä todellisessa ympäristössä. Polamkin digitaalisella kaksosella ei kuitenkaan ole tällä hetkellä mahdollista maalata kaksoseen suojaisia reittejä tai katvealueita. Sen sijaan esimerkiksi aseuhkan näkymäalueelle on mahdollista sijoittaa digitaalinen valvontakamera, josta vaikutusalue ilmenee. Näin ympäristöä voidaan tarkastella uhkaajan näkökulmasta.

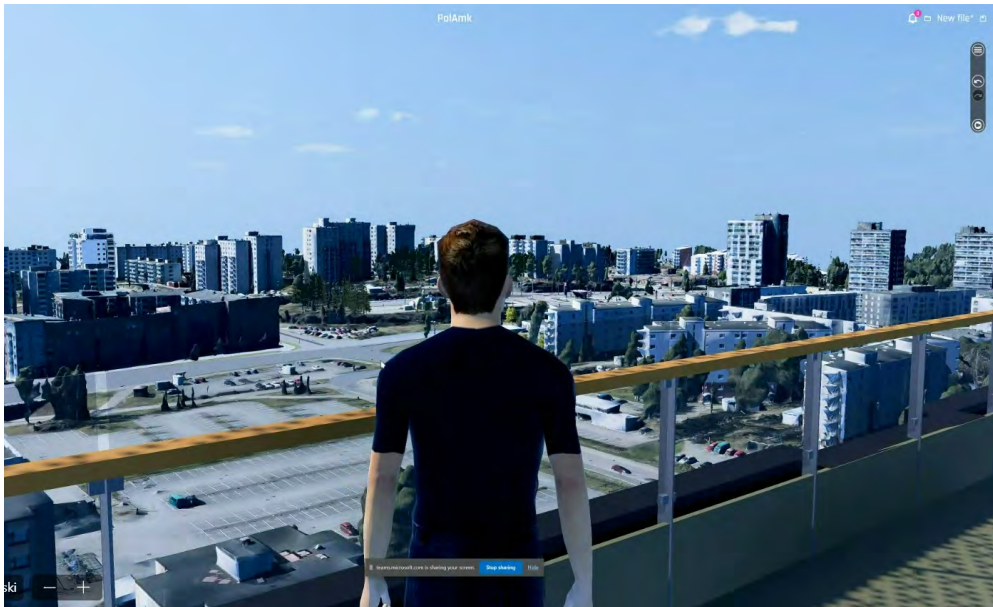
4.1.4. Tilan tarkastaminen

Rakennetusta ympäristöstä tehtyjen digitaalisten kaksosten kehittyessä niissä voi tulevaisuudessa olla pääsy rakennusten sisälle. Niistä voi näkyä esimerkiksi kaasuputkien ja vedenottopisteiden sijainnit ja julkiset rakennustiedot. Jos ja kun kaupunkien digitaalisiin kaksosiin aletaan tuottaa tällaista sisältöä, voivat ne olla arvokkaita välineitä paitsi poliisille, myös pelastuslaitokselle ja muille viranomaisille. Polamkin digitaaliseen kaksoseen tuotettiin kesällä 2023 kerrostalo Tampereen kaupungin arkkitehtuurimallia hyödyntämällä. Kerrostalo sijaitsee todellisuudessa Tampereen Esplanadilla. Tähän malliin on mahdollista astua sisään.

Rakennus eroaa kaksosen muusta ympäristöstä tarkkuutensa ja tietosisältöjensä vuoksi: pinnat ovat suoria ja niistä tiedetään esimerkiksi rakennusmateriaali tai läpinäkyvyys. Ovista voi liikkua sisään ja ulos, ikkunoista ja parvekkeelta katsella ulos ja navigointi rakennuksen sisällä tapahtuu hissikuilun ja portaikon kautta, kuten todellisuudessakin.



Kuva 2. Kerrostalon 3D-malli Polamkin harjoituskaupungissa (Polamkin digitaalinen kaksonen, 2023)



Kuva 3. Kerrostalon 3D-malli: näkymä parvekkeelta ulos (Polamkin digitaalinen kaksonen, 2023)

4.2. Tutkinta ja ennalta estäminen

Hankkeessa tunnistetut tutkintaan liittyvät Polamkin digikaksosen käyttötapa-
paukset ovat seuraavat:

- Rikospaikka.
- Palopaikka.
- Kolari.
- Valvontakameroiden kattavuuden arviointi ja oman kameran sijoittelun tukeminen.
- Rikoksia ennalta ehkäisevä kaupunkisuunnittelu.

4.2.1. Rikos- ja palonsyyntutkinta

Polamkin digikaksosessa on jo toteutettu rikospaikan digitalisointi 360 kameralla ja pistepilvikuvalla. Syksyllä 2023 kaksoseen tuodaan myös Pelastuslaitokselta saatava palopaikan digitalisointi. Rikospaikasta kuvattu pistepilvimalli mahdollistaa tarkkojen mittauksien tekemisen. Digitaalisen rikos- palo- ja kolaripaikan hyötyjä ovat todellisen tilanteen mallintaminen kolmiulotteisesti. Tilanteesta voidaan jäljentää autenttinen malli, joka minimoi arvailut ja väärinkäsitykset siitä, missä rikos on tapahtunut, missä kolari tapahtui tai mistä palo on lähtenyt leviämään. Kolmiulotteisilla malleilla voidaan hahmottaa veriroiskeiden tai palon etenemisen suuntaa, luotien sijaintia ja laskea niiden lähtöpisteet ja lentorata. Digitaalinen malli tuo siis suoraan lisäarvoa tutkintaan ja oikeudenkäynteihin. Paikan päällä tapahtuvaa työtä digitaalinen kaksosen ei silti korvaa: kameroiden asennus ja kuvaaminen luo vahvan kontaminaatiorisikin, jonka välttämiseksi näytteet on kerättävä sitä ennen.

Digikaksosen kerrostaloon lavastetaan syksyllä 2023 yhdessä tutkinnan opettajien kanssa useita eri rikospaikkoja. Niistä tuotettava kolmiulotteinen materiaali sijoitetaan kerrostalon arkkitehtuurimalliin eli rikospaikoilla voidaan siirtyä rapusia pitkin kerrostalon sisällä, ne voidaan tarkastaa ja niissä voidaan harjoitella tutkintaan kuuluvia toimenpiteitä. Näin mahdollisesta koko hälytystehtävän harjoittelu hälytyskeskuksen antamasta tehtävästä tutkintaan.

Tällaisen harjoituksen järjestäminen fyysisesti on osa ainakin poliisin koulutusta, mutta se sitoo merkittävästi kouluttajien työaikaa ja välineistöä. Koska harjoitus on niin työvoimaintensiivinen, voidaan se toteuttaa vain kerran. Koulutuksen laadun kannalta nykytilanteen ongelma on, että juuri tällaisissa harjoituksissa muodostuu kokonaiskuva poliisin toiminnasta ja eri kurssien yhteyttämisestä osaksi kokonaisuutta. Siksi digitaalisen kaksosen lisäarvo tältä osin voi olla merkittävä koulutuksen laadun nostamisessa. Laadun parannus voidaan toteuttaa tasokkaan suunnittelun ja valmistelun jälkeen ilman merkittävää opetushenkilöstön panosta.

Poliisiammattikorkeakoulun digitaalinen rikos- ja palopaikka ei ole laatuaan ensimmäinen. Samalla teknologialla mallinnettuja rikos- ja kolaripaikkoja on käytetty oikeudessa todistelun välineenä. Lisäksi niistä on apua teknisessä tutkinnassa. Myös koulutuskäyttöön kolmiulotteisia rikospaikkoja on lavastettu esimerkiksi Tanskassa, joillakin pelastuslaitoksen yksiköillä on digitaalisesti

mallinnettuja palopaikkoja, joita on käytetty myös pelastustoimen peruskoulutuksessa. Pelastuslaitoksen koulutusmateriaalin istuttamisesta Polamkin malliin käydään parhaillaan keskusteluja. Sitowisen mukaan istuttaminen on todennäköisesti mahdollista.

Poliisiammattikorkeakoulun digikaksosen etuna yksittäisistä rikos- tai palopaikoista tehtyihin digitaalisiin kopioihin nähden on sen konteksti. Tutkittava kohde ei ole muusta ympäristöstä erillinen kohde vaan osa siitä, kuten todellisuudessaakin. Lisäksi kohteeseen on mahdollista saapua digitaalisesti eli mallintaa tehtävän kokonaisuutta – jolloin se ei näy irrationaalisena harjoitteena. Myös tästä syystä Polamkin digitaalinen kaksonen voi kohottaa koulutuksen laatua.

4.2.2. Valvontakameroiden kattavuuden arviointi ja kameran sijoittelun tukeminen

Digitaaliseen kaksoseen on mahdollista asentaa digitaalisia kameroita ja niiden avulla tarkastella kameran kuvausaluetta. Tätä voidaan käyttää kameravalvonnan suunnittelussa. Käyttäjät voivat olla valvonnan suunnittelusta vastaavat julkiset ja yksityiset toimijat.

4.2.3. Rikoksia ennalta ehkäisevä kaupunkisuunnittelu

Viranomaisten havainnointi operatiivisessa toiminnassa tähtää tehtävän turvallisuuden suorittamiseen. Havainnoinnin toinen ulottuvuus liittyy turvallisen ympäristön suunnitteluun, rikoksia ennalta ehkäisevään kaupunkisuunnitteluun (Crime Prevention Through Environmental Design, CPTED). Se tarkoittaa, että suunnitteluvaiheessa tunnistetaan rikosten ja häiriökäyttäytymisen riskikohteet, riskiä edistävät tekijät ja joko poistetaan ne tai minimoidaan niiden vaikutus. Parkkipaikoilla katalysaattorivarkauksille voivat altistaa syrjäinen valaisematon sijainti. Näiden tekijöiden vaikutusta voidaan ehkäistä sijoittamalla parkkipaikkoja asuntojen ikkunoiden lähelle keskeiselle ja hyvin valaistulle paikalle. CPTED:in harjoittelu reaali maailmassa on varsin aikavievää, mutta digitaalisessa kaksosessa vaivatonta, ja muutosten toteuttaminen suunnitteluvaiheessa erittäin kustannustehokasta. Tällainen havainnointi on osa rikoksia ennalta estävää työtä. Parhaimmillaan kyse on vuoropuhelusta, jolla poliisi

osallistuu kaupungin suunnitteluun turvallisuutta tukevaksi: tunnistetaan, perustellaan, esitetään parannuksia ja osallistutaan. (Kyttä ym., 2008.)

Digitaalinen kaksonen tarjoaa ympäristön, jossa havainnoida kaupunkisuunnittelun tai yksittäisten kohteiden riskirakenteita tai testata käytännössä erilaisien ympäristöjen vaikutuksia turvallisuuden tunteeseen. Uusi rakennus syntyy ensin arkkitehdin karkeina vaihtoehtoina päätyen sitten insinöörin suunnitelmaksi. Tulevaisuudessa poliisi voi ”mennä sisään” tuohon suunnitelmaan jopa VR-tekniikoilla, katsella ympäristöä poliisin näkökulmasta ja tehtävien kannalta, ja kommentoida tulevaa kuten kävelisi oikeassa rakennuksessa. Tätä voidaan kutsua poliisin ja (turvallisuus)viranomaisten yhteistyössä tehtäväksi turvallisuuspalvelujen muotoiluksi.

Jos kommentit ovat perusteltuja ja toteuttamiskelpoisia, suunnitelma muuttuu ja muutettu muuttuu sitten fyysiseksi rakennukseksi, joka tavallaan muistaa poliisin erityishuomiot. Ei-toivottujen fyysisten ilmiöiden ilmetessä, ne voidaan palauttaa takaisin digikaksoseen ja yrittää uudelleen sen lisäksi, että eri näköaloja vieritellään fyysisessä todellisuudessa. Digikaksosesta valoja voi vaihdella, katsoa asiaa pimeässä, kutsua väkijoukon ja kokeilla poistumista ... ja taas korjata todellisuutta. Tällainen digitaalisen mallin takaisinkytkentä muistuttaa kypsyytensä 4, eli vuorovaikutusta digitaalisen ja fyysisen välillä, vaikka kyse ei olekaan reaaliaikaisesta yhteydestä.

Käyttötapaus ei liity pelkästään Poliisiammattikorkeakoulun digitaaliseen kaksoseen vaan kaupunkikaksoisiin ja rakennusten malleihin yleisesti. Sitä voidaan hyödyntää viranomaisten koulutuksessa, mutta ehkä enemmän sille on tilausta kaupunki- ja rakennussuunnittelussa. Tarve kerätä näkökulmia rakennusten ja rakennetun ympäristön suunnitteluun ei toki rajoitu viranomaistoimijoihin. Esimerkiksi laitoshuoltajat ovat sellainen ammattiryhmä, joka tekee päivittäin työtä mitä erilaisimmassa kohteissa tarvikevaunujen ja siivous- tai huoltolaitteiden kanssa. Puhtaana pidon kannalta ei ole yhdentekemää, millaisia sokkeloita rakennuksissa on, missä veden ottopisteet ovat ja minne likavedet voi tyhjentää.

Poliisin ennalta estävän työn näkökulmasta tai kriminologisen tutkimuksen kannalta kaupunkien tekemät digitaaliset kaksoiset saattaisivat tarjota lisävälineen, jolla tarkastella turvallisuuden kokemusta ja turvallisuuden uhkia sekä myös mahdollisuuksia. Tällöin mennään kunkin kaupungin digikaksoseen ja

sen suunnitteluprosessiin toteuttamaan tarkastelut. Työtä voidaan harjoitella Polamkin omalla digikaksosella. Nykyisin poliisi joutuu perehtymään kaksiulotteisiin karttoihin ja insinöörin rakennekuviin.

4.3. Johtaminen ja tilannekuva: Drone 3D

Omakotitalon ja tontin kokoisen kohteen dronekuvaus, mallin laskenta videosta ja sen julkaisu on nykyisellään noin tunnin työ. Sen voi tehdä tuhannen euron hintaluokan laitteilla valmistajan omalla lisäohjelmalla. Tätä käytetään jo laajasti esimerkiksi maamassojen arvioinnissa, mutta on myös mahdollista julkaista malli omalta takapihalta ilman erityiskoulutusta. Poliisin omalla välineistöllä saadaan siis nopeasti poliisin käyttöön oma digitaalinen kaksosen halutusta kohteesta, mikä voidaan sitten jakaa tarvitsijoille paikasta riippumatta. Digitaalisten kaksosten tekniikka ei siten ole sidottua jo tuotettuun tai toimitajilta aina ostettavaan materiaaliin vaan niitä voidaan viranomaiskäytössä yleisillä droneilla luoda jo nyt. Kolmiulotteisten mallien luominen vaatii kuitenkin muutakin ohjelmistoa ja osaamista kuin dronen lennättäminen. Mallin laskeminen tunnissa vaatii tehokkaan tietokoneen. Poliisissa olemassa olevan valmiuden nostamista kyvykkyudeksi vaatisi asian yleistä priorisointia ja olemassa olevien laskennallisten ohjelmistojen parempaa käyttämistä.

Drone3D-tekniikan avulla mahdollistetaan ajantasaisen ja tarkan tilannekuvan luominen esimerkiksi piiritystilanteesta. Toimintaan osallistujat tai johto voi käyttää erilaisia näkökulmia, jotka tuottavat eri tasoista näkymää, mennä haulikkomiehen asemaan yläkertaan, miettiä minne sijoitetaan Pasi-panssariajoneuvo, arvioida voimankäytön vaikutuksia ja suunnitella tai johtaa toimintaa sen mukaan. Tulevaisuudessa mallin päälle voidaan ajaa livekuvaa dronestä, jolloin mallista näkee, että ikkunassa on valo ja joku ”kurkkii” sieltä, sijoittaen ikkunan osaksi kokonaisuutta. Teknisesti on mahdollista kytkeä tällainen tilannekuvamalli osaksi kenttäjohtojärjestelmää, jolloin siitä kävisi ilmi operatiiviseen toimintaan osallistuvien henkilöiden sijainnit. Piirtotyökaluja käyttäen voinee malliin havainnoida esimerkiksi aseiden vaikutusalueita, suojaisia ja suunniteltuja reittejä, jotka voidaan välittää lisättynä todellisuutena tehtävällä olevien henkilöiden viestintävälineeseen tai jossakin vaiheessa ehkä virtuaalisiin laseihin. Tulevaisuudessa lienee mahdollista ohjelmoida valmiita vaikutusalueita kolmiulotteisiin malleihin.

Kehittämisenäkökulmia on tällaisessa teknologiassa useita. Nykytilanteessa lisäarvo syntyy tilannekuvasta ilman lisättyä todellisuutta. Poliisiammattikorkeakoulun digikaksosen on osa tätä kehitysprosessia. Projektin sisällä on huolestuttu siitä, vääristääkö erilaiset simulaatio-ominaisuudet ja koulutuksen tukeminen digikaksosen sellaiseksi, että se ei enää ole varsinainen kopio todellisuudesta vaan jotakin digitaalisen kopion ja pelimaailman väliltä. Toisaalta se voi olla samalla eri vaihtoehtojen toteuttamisvaihtoehtojen tarkastelua. Hankkeessa digitaalisen kaksosen pääasiallisena lisäarvoa määrittävänä tekijänä on pidetty juuri sen todenmukaisuutta – se vastaa todellisuudessa kehitteillä olevia prosesseja ja käytössä olevia ympäristöjä.

4.4. Moniviranomaistoiminta ja KEJO

Polamkin digitaaliseen kaksoseen on mahdollista kytkeytyä samanaikaisesti usealla laitteella, mutta järjestelmään kirjautuneet henkilöt eivät näy samassa näkymässä. Yhteiskäyttömahdollisuutta ei ole ja sen toteuttaminen on kallista. Yhteisiä harjoituksia kaksosessa ei siis ole tällä hetkellä mahdollista järjestää. Hankkeessa tuotettu digitaalinen kaksosen rajautuu Tampereen Hervantaan. Se voi toimia todellisten ympäristön käyttöön perehtymisessä. Viranomaiskäytön alustana voivat sen sijaan toimia nämä muut kaupunkien laatimat digitaaliset kaksoset.

Moniviranomaistoiminnan helpottaminen on käynnistetty jo kymmenen vuotta sitten. KEJO-kenttäjohtajärjestelmästä on suunniteltu eri viranomaisten yhteiskäyttöjärjestelmää, joka korvaisi viranomaisten omat heille räätälöidyt ohjelmat. KEJOn käyttäjiä olisivat poliisi, Tulli, Rajavartiolaitos, ensihoito, Pelastuslaitos, Hätäkeskus, Sosiaalitoimi ja Terveystoimi. Järjestelmään integroidaan näiden viranomaisten tarvitsemia ja käyttämiä rekisteritietoja, tehtävätiedot toimijoiden sijainti tiedot ja karttapalvelut ja sähköinen viestintä. Näin järjestelmä toimii välineenä vaihtaa tietoja, jakaa tilannekuvatietoa ja koordinoida viranomaisten yhteistä toimintaa aiempaa helpommin. Kyse on siis yhteiskäytöstä.

Digitaalisen kaksosen etuna tässä kokonaisuudessa on, että kaksosiin on yhä useammin liitetty kolmiulotteisen kuvamateriaalin lisäksi rakennusten tietomalleja. Näitä voivat olla esimerkiksi sisäänkäynnit, rakennusmateriaalit tai vesipostien sijainnit. Esimerkiksi Pelastuslaitos saa tehtävän saatuaan rakennustiedot omalta keskukseltaan, joka etsii ne paperisista arkistoista – vaikka

sama aineisto on jo usein saatavilla digitaalisesti rakennuttajilla. Rakennuttajilla ja kunnilla ei kuitenkaan ole velvoitetta luovuttaa aineistoaan digitaalisesti myös viranomaisille, mikä on tällä hetkellä ollut esteenä digitaalisen aineiston luomiselle. (Schroderus, 2023.)

Digitaalisten kaksosten ja digitaalisten aineistojen ongelmia KEJON rinnakkaiskäytön kannalta ovat:

- Digitaalisen aineiston kattavuus: tietoa on, mutta viranomaiset eivät saa, osaa hakea tai edes tunnista niiden olemassaoloa saadakseen niitä käyttöönsä.
- Esimerkiksi Pelastustoimen tarvitsemia rekisteritietoja ja rakennustietoja on olemassa digitaalisesti, mutta niiden tuottajille ei ole velvoitetta luovuttaa niitä viranomaiselle.
- Digitaalisten kaksosten saatavuus: niitä ei toimiteta suoraan viranomaisille.
- Muita kuin julkisia tietoja käyttääkseen viranomaiset tarvitsevat suljetun alustan, mutta kaupunkien tuottamat digikaksoset ovat avoimia.
- Kaupunkien tuottamat digikaksoset on tuotettu kaupunkien tarpeita eikä esimerkiksi poliisia tai pelastuslaitosta varten.

4.5. Varautuminen ja turvallisuussuunnittelu

Digitalisaatioon ja kriittiseen infrastruktuuriin liittyvä avoin data on erityisesti Ukrainan sodan jälkeen noussut merkittäväksi julkisen keskustelun teemaksi. Julkisuuslaki (6: 24) määrittää salassa pidettäväksi henkilöiden, rakennusten, laitosten, rakennelmien sekä tieto- ja viestintäjärjestelmien turvajärjestelyjä koskevat ja niiden toteuttamiseen vaikuttavat viranomaisasiakirjat. Hallituksen esityksen (HE 30/1998 vp, 91) mukaan tällaisia asiakirjoja ovat yksityisenkin toimivaltaiselle viranomaiselle päätöstä varten toimittamat asiakirjat, kuten rakennuspiirustukset siltä osin, kun niistä ilmenee pääsy suojattavaan kohteeseen tai suojauksen taso. Salassapito-olettaman alaisia ovat lisäksi onnettomuuksiin varautumista ja väestönsuojelua koskevat asiakirjat ja turvallisuussuunnitelmat.

Poliisiammattikorkeakoulun digitaalista kaksosta kehittämällä on tunnistettu kolme digitaalisten kaksosten turvallisuussuunnitteluun liittyvää käyttötapausta:

- Räjähdyksen vaikutusten arviointi kaupunkitilassa.
- Kriittisen infrastruktuuriin ja yleisötapahtumiin kuuluvien suojeltavien kohteiden ja evakuointireittien tallentaminen ja turvallisuussuunnitelmien tekeminen digitaalisesti.
- Turvallisuussuunnitelmien täytäntöönpanon digitaalinen harjoittelu.

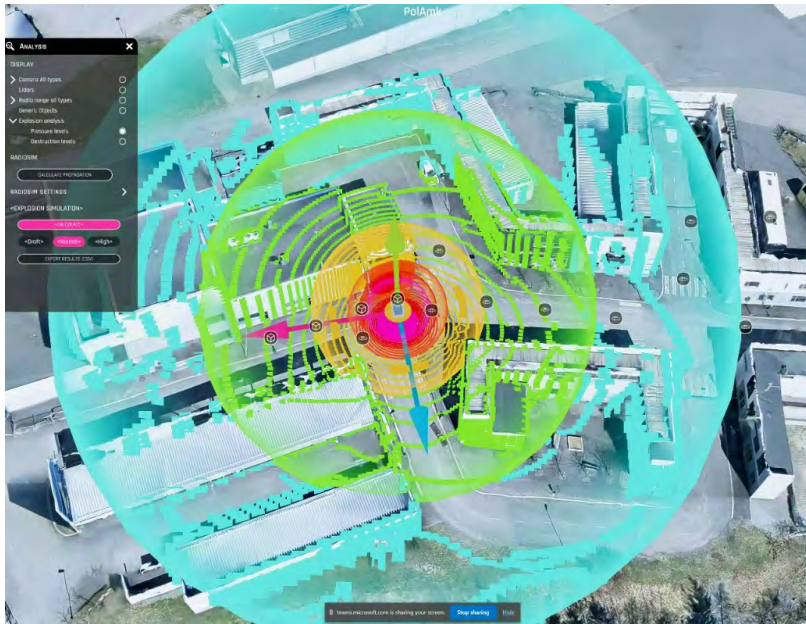
Näitä havaintoja tukee Safe Cities Horizon 2020 projektin tulokset julkisen ympäristön turvallisuudesta. Hankkeessa tutkittiin mm. sitä, kuinka arkkitehtuurilla voidaan huomioida etukäteen julkisten paikkojen suunnittelua. Hankkeessa hyödynnettiin kolmiulotteista virtuaalista toimintaympäristöä (Safe Cities, 2023).

4.5.1. Räjähdykset

Varautumisen ja turvallisuussuunnittelun teema on näistä kaikista ehkä vähiten julkisesti tutkittu eikä siitä löytynyt viitteitä kirjallisuudessa. Myöskään Europolin laatimassa metaverseä koskevassa taustapaperissa ei tätä käyttötapausta nostettu esille. Havainto ei kuitenkaan koske teeman kaikkia osia. Näistä räjähdysvaikutuksista on tehty tutkimusta ainakin Suomessa ja Ruotsissa. Vaikutusten teoreettiset laskentamallit ovat julkisesti saatavilla. (Esim. Hyytiäinen, 2003.)

Poliisiammattikorkeakoulun digikaksosessa on mukana räjähdysmalli. Siihen on laskettu rakenteiden lujuusarvot ja paineaallon vaikutuksen etäisyydessä mitattuna henkilöobjekteihin. Laskelmat on tuottanut TkT Mika Hyytiäinen aikaisemman tutkimuksena pohjalta. Laskelmien avulla Polamkin harjoituskaupungin alueella voidaan visualisoida, mikä on halutun suuruisen räjähdysvaikutusalue ja miten se tällä alueella erilaisiin kohteisiin vaikuttaa.

Kuvassa 4 näkyy räjähdysvaikutusalueen visualisointi. Kuva 5. ilmentää räjähdysvaikutuksia erityyppisissä rakenteissa. Lähinnä räjähdystä sijaitseva luja rakennus säilyy kokonaisuudessaan paremmin (vihreä väri) kuin räjähdyksestä kauempana sijaitseva heikompi rakennus (punainen väri).



Kuva 4. Räjähdyksen paineaallon visualisointi (Polamkin digitaalinen kaksonen, 2023)



Kuva 5. Räjähdyksivaikutusten visualisointi (Polamkin digitaalinen kaksonen, 2023)

Räjähdyksivaikutusten visualisointi auttaa viranomaisia varautumaan pelastussuunnitelmien laadinnassa ja strategisen infrastruktuurin suojaamisessa. Paineaallon etenemä ja rakennusten kesto sille on julkista tietoa, ja vain se osa toteutetaan digikaksoessa. Samalla niiden visualisointi saattaa jo olla sellaista tietoa, jonka julkisuusaste ei ole yksiselitteinen. Tällaista tietoa ei hankkeessa tuoteta julkisesti saatavaksi. Polamkin digitaalinen kaksonen vaati kirjautumisen järjestelmään ja käyttöoikeudet myönnetään vain erillisen arvioinnin jälkeen. Jos ja kun räjähdysvaikutuksia mallinnetaan kaupunkikaksoissa, tulee ominaisuuden käyttömahdollisuuden olla turvaluokiteltua tietoa.

4.5.2. Kriittisen infrastruktuurin ja suojatilojen digitaaliset kaksoet

Turvallisuuden vaatimus korostuu vielä entisestään kahdessa muussa varautumiseen liittyvässä kaksojen käyttötapauksessa. Nämä ovat kriittisestä infrastruktuurista ja suojatiloista tehtävät digitaaliset kaksoet. Kaksojen avulla suojeltavat kohteet voidaan mallintaa, niihin voidaan tuoda metadatan turvallisuuksuunnitelmat ja täytäntöönpano-ohjeet. Etuna digitaalisissa kaksoissa on, että niiden avulla suojattavat kohteet voidaan identifioida ja merkitä, sekä koota yhteen toimivaltaiselle viranomaiselle ilman käyntiä paikan päällä.

Toinen, edellisestä suoraan seuraava, käyttötapaus on suojaamisen tai mahdollisen vaikuttamisen torjunnan harjoittaminen. Näitä harjoitteita voivat tehdä esimerkiksi pelastustoimi, poliisin erikoisyksiköt ja puolustusvoimat. Kaksojen etu on, että suunnitelmat voidaan tehdä valmiiksi ja harjoitella etukäteen käymättä paikalla. Lisäksi suunnitelmat voidaan tallentaa toimivaltaisella viranomaisella tai tätä varten käyttöönotettavaksi tarpeen niin vaatiessa. Suorittava viranomainen ei tällöin joudu miettimään, mistä laajassa kompleksissa suojeltava kohde tarkalleen sijaitsee vaan voi tarkastaa sinne reitin siirtyessään tehtävälle.

4.6. Lisätty ja Virtuaalinen todellisuus

Polamkin digitaalinen kaksonen ei ole simulaatio eikä peli vaan digitaalinen kopio todellisesta maailmasta. Siitä puuttuu pelimaailman ja simulaatioiden tarkkuus ja käyttöjärjestelmän nopeus. Osa syynä tässä on Unity-pelimoottorin AURAn vaatima suoritusaste, mutta osa johtuu digitaalisten kaksosten rakenteesta: ne eivät ole pelimaailman tavoin optimoituja malleja. Samalla pelimoottorin varaan rakennettu alusta tarjoaa mahdollisuuden hyödyntää AR ja VR-tekniikoiden tarjoamia mahdollisuuksia:

- Liikkuminen digitaalisessa ympäristössä VR-laseilla.
- Räjähdyksivaikutusten havainnointi viestivälineestä, esim. kännykästä.

Tulevaisuudessa voi olla mahdollista:

- Visualisoida aseuhkan vaikutusalue tai suojaisat reitit kännykkään.
- Visualisoida operaatiossa käytettävät reitit kännykkään.
- Visualisoida kriittisen infrastruktuurin suojeltavat kohteet ja kulkureitit.
- Nähdä rikos-, kolari- tai palopaikka kännykän avulla sellaisena, kuin se on ollut ennen rikosta tai paloa.
- Drone-tekniikkaa hyödyntämällä AR-näkymään voidaan kytkeä ajantasainen lennokin lähettämä tiedusteluaineisto.
- Luoda aivan uutta, moniulotteista tilannekuvaa sekä kenttäjohdolle että yleisjohdolle.

5. Johtopäätökset

5.1. Tulokset

Tämän raportin tavoite oli tarkastella digitaalisten kaksosten hyödynnettävyyttä poliisin ja turvallisuusalan viranomaistoiminnan näkökulmasta. Tarkastelun lähtökohtana oli kirjallisuuskatsaus ja Poliisiammattikorkeakoulun Digital Twin-hankkeissa vuosina 2022 ja 2023 kehitetty, vielä käynnissä oleva digitaalisen kaksosen innovaatio- ja kehittämishanke. Raporttia ohjaamaan asetettiin kaksi tarkempaa tehtävää. Ensimmäisen oli selvittää, miten digitaalinen kaksosen määrittäminen poliisitoiminnan näkökulmasta? Toinen tehtävä oli selvittää, onko digitaalisella kaksosella tuotettavissa lisäarvoa poliisin koulutukseen ja tukemiseen: a) voidaanko sitä käyttää toimintaympäristönä, jossa koulutusta tuotetaan ja viranomaistoimintaa harjoitetaan? b) voidaanko sitä käyttää alustana, jossa olemassa olevia digitaaliin kaksosiin tutustutaan ja niitä opetellaan käyttämään, c) voidaanko alustaa käyttää tiedonsiirron välineenä? Tässä luvussa vastataan näihin kysymyksiin.

Viranomaistoiminnan kannalta digitaaliset kaksoset näyttävät ennen kaikkea uutena toiminnan areenana. Erilaisia toiminnan teemoja tunnistettiin kuusi. Taulukossa 7 kutakin näistä teemoista jäsenetään teemoittain kolmen ulottuvuuden avulla. Ensimmäiseen sarakkeeseen on koottu Polamkin digitaalisen kaksosen käyttötapaukset, toiseen niihin liittyvät haasteet ja kolmanteen tekniikan mahdollinen lisäarvo. VR ja AR-kytkennästä ei raporttia kirjoittaessa ole ollut vielä kokemuksia, ellei mukaan lasketa räjähdysvaikutusten simulointia, joka on sisällytetty varautumisen ja turvallisuussuunnittelun teemaan. Myöskään tiedonsiirtoa taulukossa ei käsitellä erikseen. Tiedonsiirtoa esimerkiksi operatiivisesta tilannekuvasta liittyy kuitenkin Drone-tekniikan hyväksikäyttöön tilannejohtamisen ja moniviranomaistoiminnan teemoissa. Samoin paikkatietojen välittäminen sekä turvallisuussuunnitteluun liittyvä tieto on digitaalisissa kaksosissa keskeinen elementti.

Taulukon 7 jälkeen luku jatkuu esittelemällä tuloksia yksityiskohtaisemmin.

Taulukko 7. Kokoavat havainnot

Teema	Käyttötapaukset	Haasteet	Lisäarvo
Liikkuminen ja havainnointi	Useita käyttötapauksia koulutuksen tukemiseen.	Alustan hitaus. Alustan käytön opettelu.	Havaintojen tekeminen viranomaisen ja asiakkaan näkökulmista. Maastontiedustelu. Todellisten digitaalisten ympäristöjen käyttöön tutustuminen.
Tutkinta	Useita käyttötapauksia koulutuksen ja tutkinnan tukena.	Alustan kustannukset. Alustan opettelu ennen kuin sitä voi hyödyntää. Koulutuksen sijoittaminen osaksi nykyistä koulutusta. Käytettävyyys: näkymän ja mittaustyökalujen tulee olla tarkkoja.	Kokoavat harjoitukset, joissa saadaan tehtävä, siirrytään kohteeseen, ja suoritetaan tehtävä. Rikospaikan digitaalinen mallinnus tutkintaa varten. Todistelu digitaalisen mallinnuksen avulla.
Ennalta estäminen	CPTED ja kameravalvonta: valmiuksien opettelu	Alustan käytön opettelu.	Kaupunkisuunnittelun väline. Viranomaisnäkökulmat kaupunkisuunnitteluun ja turvallisuussuunnitteluun.
Moniviranomais-toiminta	Tilannekuvan jakaminen	Ei yhteiskäyttömahdollisuutta	Tilannekuvan täydentäminen.
Varautuminen ja turvallisuus-suunnittelu	Räjähdyksivaikutusten visualisointi. Digitaaliset turvallisuussuunnitelmat kaksosten avulla. Suojattavien kohteiden ja reittien harjoittelu.	Tietosuoja.	Pelastustoimen suunnittelu. Varautumisen suunnittelu ja harjoittelu. Polamkin digikaksonen mahdollistaa opettelun.
AR ja VR	Valmius	Ei testattu	

5.2. Digitaalisen kaksosen käsite murroksessa

Tuotantotaloudessa digitaalisen kaksosen käsite viittaa tuotteen elinkaaren hallintaan. Siinä oleellista on reaaliaikainen yhteys digitaalisen kaksosen ja fyysisen vastinparin välillä. Digitaaliset kaksokset voivat olla mallintamisen, suunnittelun, testaamisen ja jopa automatisoidun ohjaamisen välineitä. Poliisin ja muiden viranomaisten toiminnassa digitaalista kaksosta ei voi käyttää automatisoidun toiminnan ohjaamisen välineenä, koska päätöksiä tekevät yksilöt kunkin tilanteen vaatimusten mukaisesti. Poliisille digitaalinen kaksonen näyttäytyy ennen kaikkea uutena toiminnan alustana. Se ei ole tuotteen tai toimintaympäristön automatisoidun hallinnan väline vaan väline harjoittaa, johtaa ja opiskella poliisitoimintaa virtuaalisesti. Tässä mielessä digitaalinen kaksonen muistuttaa enemmän pelimaailman kuin tuotantotalouden logiikkaa.

Lisäksi digitaalinen kaksonen on väline suunnitella ja muokata toimintakenttää – ei pelkästään toimia siinä. Lisäksi se on uuden tiedon tuottamisen väline. Nämä ulottuvuudet tulevat esille ennalta estävän näkökulman ja turvallisuussuunnittelun kautta. Poliisin digitaalinen kaksonen voidaan siis nähdä uutena digitaalisten kaksosten tyyppinä, jossa reaaliaikaisen kaksoiskytkennän merkitys ei olekaan määrittävä tekijä.

Samalla tässä hankkeessa on havaittu, kuinka vaikeaa dynaamisen aineiston käsittely digitaalisessa kaksosessa voi olla. Esimerkiksi rekisterikilpien lukulaitteet on kytketty jo nykyisiin kenttäjohtajärjestelmiin. Tiedon siirron alustana tällaisellekin tiedolle laserkeilattuun aineistoon perustuva ja pelimoottorin päälle rakennettu digitaalinen kaksonen on liian monimutkainen ja sellaisena hidas ja lisäarvoa on vaikea nähdä. Eri asia on liikennetietojen mallintaminen tai kuvaaminen kaupunkien digitaalisissa kaksosissa.

Digitaalisia kaksosia lienee mahdollista käyttää tutkimuskirjallisuudessa kaa-vaillulla tavalla tiedonsiirron ja datamassojen havainnollistamisen välineenä, jos alustaa ei rakenneta pelimoottorille vaan tiedon käsittelyä varten erikseen suunnitelluille alustoille (esim. cityGML). Polamkin digikaksosen sen sijaan pyrkii olemaan toiminnallinen alusta ja oppimisympäristö, joten sen vaatimukset ja käyttötarkoitukset ovat erilaiset.

Merkittäviä teknisiä haasteita aikaisemmassa kirjallisuudessa oli erilaisen tietoineiston ja järjestelmien yhteensovittaminen. Sujuvinta tiedonsiirto ja datan

hallinta on tätä tarkoitusta varten kehitetyillä malleilla. Tällaisia voivat olla koneista tai laiteista tai niiden toiminnasta tehdyt kopit, jossa aineisto ei perustu kuvamateriaaliin. Laserkeilattu tai videokuvattu aineisto ei voi toimia tiedon siirron välineenä vaan vaatii sinällään jo paljon kapasiteettia.

5.3. Polamkin digitaalisen kaksosen lisäarvo

Koulutuksen tukena Polamkin digitaalinen kaksosen lisäarvo koostuu seuraavissa käyttötapauksissa.

Liikkumisen ja havainnoinnin teema:

- Ajoneuvojen sijoittelu.
- Alueen eristäminen.
- Kadonneen tai pakenevan henkilön etsintä.
- Maastontiedustelu.
- Aseuhkaan varautuminen.
- Vaarallisen kohteen lähestyminen.
- Suojaisten reittien valinta vaihtelevassa maastossa.
- Tilan tarkastaminen.
- Drone-tekniikan hyödyntäminen näissä toiminnoissa.

Ainakin selainpohjaisessa digitaalisessa kaksosessa haasteita käytettävyydelle tuovat järjestelmän hitaus ja näkymän epätarkkuus. Laserkeilattu aineisto vaatii suurehkoja tehoja ja häiriötöntä yhteyttä käyttäjän tietokoneelta ja palvelimelta. Toinen haaste on laserkeilatun aineiston laatu. Pelimaailmassa samalla tasolle päästiin jo kaksikymmentä vuotta sitten. Poliisinkin saatavilla on jo olemassa tekniikkaa, jossa valvonta- ja hälytystehtäviä voi harjoitella realistisesti. Tällaisia mahdollisuuksia tarjoavat ampumasimulaattorit ja pelit, joita jo hyödynnetään asevelvollisten koulutuksessa. Tanskan poliisilla on käytössään VR-tekniikkaa hyödyntävä MILO Rangen ampumasimulaattori, joka on kytketty poliisin voimankäyttövälineistöön ja johon on ohjelmoitu virtuaalisia asiakas kohtaamisia. Simulaattori mahdollistaa käskytyksen, vaikutusten arvioinnin ja voimankäyttövälineiden käytön, jos käskytyks ei toimi. Simulaattorissa poliisi toimii kuten oikeallakin tehtävällä eikä oppiminen tai harjoittelu tapahdu näyttöpäätteellä. Poliisiammattikorkeakoulun sisäisen muistion (Polamk, 2022)

mukaan simulaattorin erityinen etu on, että siihen voi rakentaa lukemattomia erilaisia tilanteita ja harjoitella niitä.

Polamkin digitaalinen kaksonen ei ole simulaatio eikä peli. Sen käytettävyys operatiivisen kenttätoiminnan koulutuksessa ei ole vertailukelpoinen tällaisten sovellusten kanssa. Digikaksoessa huomio on todellisuutta vastaavassa laajassa ympäristössä, jonne voidaan tuoda toiminnasta valittuja piirteitä kuten näkymä, aseiden kantama tai räjähdysten paine. Sen yhtenä tavoitteena on opettaa todellisten digitaalisten ympäristöjen käyttöä. Koska digitaalisia kaksoisia on olemassa lukuisista kaupungeista ja Maanmittauslaitoksella koko valtakunnasta, antaa alustaan tutustuminen hyödyntämään näitä välineitä esimerkiksi maastontiedustelun tukena. Todellisiakaan ympäristöjä ei ole optimoituja peli- tai simulaatiokäyttöä varten.

Polamkin digitaalinen kaksonen soveltuu tämä reunaehto huomioiden liikkumisen ja havainnoinnin eri teemojen harjoitteluun. Erityisesti kerrostalo mahdollistaa myös tilojen tarkastamisen harjoittelun ja erilaisten tilanteiden lavastamisen harjoittelukäyttöön. Tutkinnan ja ennalta estävän toiminnan kannalta digitaalinen kaksonen on uutta karkitekniikkaa todistelun ja rikospaikkatutkimuksen apuna koulutuksessa ja käytännön työssä.

- Rikospaikka.
- Palopaikka.
- Kolari.
- Valvontakameroiden kattavuuden arviointi ja oman kameran sijoittelun tukeminen.
- Rikoksia ennalta ehkäisevä kaupunkisuunnittelu.

Digikaksoksen erityinen hyöty koulutuksen laadun kannalta on todellisuutta vastaava ympäristö. Rikos- tai palopaikalle voidaan siirtyä ajoneuvolla ja tehtävä aloittaa tilan tarkastamisella. Kaksoessa on jo toteutettuna henkirikos. Sen käyttökelpoisuus selainversiossa ei ole korkea, koska kuvan tarkkuus ja esimerkiksi mittaustyökälyt ovat epäselviä. Uuteen kerrostalon BIM-malliin ei ole vielä lavastettu ja istutettu uusia rikospaikkoja, mutta kehitystarpeet ovat tiedossa.

Viranomaisilla on käytössään satoja korkeatasoisia Droneja. Niiden avulla voidaan nopeasti tuottaa kolmiulotteisia malleja operaatioiden tueksi. Polam-

kin digikaksosella näitä toimintoja on voitu tunnistaa ja rakentaa valmiuksia niiden käytön tueksi. Myös varautumisen ja turvallisuussuunnittelun teemat ovat nousseet hankkeessa uusina mahdollisuuksina. Drone 3D-tekniikka hyödyntämällä on mahdollista luoda virtuaaliset kopiot suojeltavista kohteista ja joko näyttöpäätteellä tai VR-laseilla tutustua niihin etukäteen. Tätä mahdollisuutta viranomaistoiminnassa ei ole vielä hyödynnetty.

Polamkin digitaalisen kaksosen tehty räjähdysten mallinnus rakennettiin siten, että se on mahdollista toteuttaa muillakin kolmiulotteisilla paikkatietoalustoilla. Se ei edellytä Unity-pelimoottoria vaan mallissa on käytetty ainoastaan yleistä eikä pelimoottorispesifiä aineistoa. Jokaisella paikkatietoalustalla on tuki oma koodistonsa, ja räjähdysten ohjelmointi täytyy tehdä sen ehdoilla. Itse tekninen ratkaisu kuitenkin on yleispätevä. Keskeinen osa toteutusta oli nimenomaan se, että saman voi tehdä todellisissa digikaksosissa mahdollisimman suoraviivaisesti, mikäli niin halutaan.

Oheiseen Kuvioon 3 on koottu yleisiä päätelmiä digitaalisten kaksosten mahdollisuuksista Polamkin digitaalisen kaksosen kehitystyön pohjalta.

PITKÄN AJAN TAVOITE	POLIISI JA TURVALLISUUS-YHTEISTOIMINTA	KOULUTUS JA HARJOITTELU
<ul style="list-style-type: none"> • Sisäministeriön hallinnonalalla koordinoitu tuotekehitys ja kv-yhteistyö. • Kansainvälinen ja kansallinen osaamiskirjasto. • Hallinnonala mukana julkisen digitaalisen kaupunki-ympäristön suunnittelussa. • Turvallisuussuunnittelun ja kriittisen infran suojaaminen digitaalisissa kaksosilla. • Drone 3D-tekniikan hyödyntäminen KEJO:n rinnalla operatiivisessa toiminassa. • Parannetaan yleistä turvallisuutta Suomessa ja kansainvälisesti. • Parannetaan turvallisuuden tunnetta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vastataan jatkuvaan digitaalisten kaksosten lisääntymiseen – harjoittelu tosielämää varten. • Lisätään tehokkuutta rikostutkinnassa (mm. digitaalisessa forensiikassa). • Tehostetaan palonsyöttökintaa. • Tuetaan todistelua. • Parannetaan toiminnan tehokkuutta suurissa tiloissa / joukkotapahtumissa. • Parannetaan taktista ja operatiivista johtajuutta. • Mahdollistetaan tehokas turvallisuussuunnittelu ja varautuminen. • Digitaliset toimintaympäristöt osaksi poliisin toimintaa. • Turvallisuuden tunteen ja turvallisuuden parantaminen digitaalisissa ympäristöissä. 	<ul style="list-style-type: none"> • Parannetaan koulutuksen laatua ja tehokkuutta. • Analysoidaan systemaattisesti ja toimitaan tietojohtoisesti: rikospaikat, palopaikat, liikenneonnettomuudet, tilojen turvaaminen, ovien turvaaminen... • Koordinoidaan useiden organisaatioiden kesken. • Opitaan tuntemaan ja käyttämään tosimaailman digitaalisia alustoja.

Kuvio 3. Digitaalisten kaksosten mahdollisuuksia viranomaistoiminnassa.

5.4. Haasteet

Digitaalisen kaksosen sijoittaminen osaksi opintoja edellyttää aktiivista kumppanuutta eri oppilaitosten kouluttajien kanssa. Yhteistyö on ollut melko tiivistä Polamkin opetushenkilöstön kanssa ja yhteistyön alkuun on päästy Pelastuslaitoksen kanssa. Puolustusvoimissa fokus on kenttätoiminnan kehittämisessä ja kouluttamiseen tekniikoilla, joiden kanssa digitaalinen kaksonen ei voi kilpailla. Puolustusvoimille tarpeellista olisi maastontiedustelun, katveiden, suojaisten reittien ja aseuhkien havainnollistaminen, mutta näitä ominaisuuksia Polamkin digitaalisessa kaksosessa ei ole vielä kehitetty ja Sitowisen mukaan ne eivät ole suoraviivaisesti toteutettavissa.

Rajavartiolaitoksen osalta on toistaiseksi jäänyt tunnistamatta, mistä ja millä tavalla digitaalinen kaksonen voisi tuottaa lisäarvoa koulutuksessa. Viranomaistyön osalta Rajavartiolaitos on ollut mukana vähemmässä määrin, mutta ilmoittanut, että tiiviiseen kehitysyhteistyön ei ole koettu tarvetta.

Pelastuslaitos on ollut yhteistyössä verrattain aktiivisesti mukana. Palopaikan lisäksi Pelastuslaitoksen toiveena on ollut metsäpalon simulointi digitaalisessa kaksosessa samaan tapaan kuin räjähdys. Tätä mahdollisuutta ei kuitenkaan ole teknisesti voitu toteuttaa hankkeen käytettävissä olevilla resursseilla.

Nämä haasteet liittyvät siis lisäarvon tunnistamiseen ja asiakaslähtöiseen kehittämistyöhön. Poliisin ja pelastuslaitoksen kanssa tehdyn yhteistyön tuloksena lisäarvoa sen sijaan on voitu tunnistaa ja tuottaa sitä. Toisen tyyppinen haaste koskee onnistunutta yhteistyötä ja potentiaalisten hyötyjen realisoitumista: miten digitaalinen kaksosen saadaan istutettua osaksi opintoja? Kyseessä on opetusta tukeva väline, joka liittyy useisiin opintokokonaisuuksiin. Kun käyttömahdollisuuksia on tunnistettu, tulisi seuraavaksi tarkastella mahdollisuuksia, keinoja ja välineitä opetuskäyttöön ottamiselle. Haasteita tällaiselle jatkotyölle ovat ainakin kustannukset:

- Opettajien henkilöstöresurssi suunnitteluvaiheessa.
- Opettajien tekninen osaaminen suunnitteluvaiheessa.
- Alustan käytön kustannukset suhteessa oppimishyötyihin.

Käyttökustannukset liittyvät myös koko toteutuksen kustannusrakenteeseen. Selainpohjaisen version on todettu Polamkin välineistöllä heikosti toimivasti. Sijoitukset laadukkaampaan välineistöön voivat ratkaista tämän ongelman. Selainpohjaisen version käytöstä syntyy minuuttiperusteisia kustannuksia käytön mukaan. Jos sadan hengen suuruinen kurssi harjoittelee käyttöä yhden oppitunnin ajan, hinta nousee useampaan kuin yhteen tai kahteen sataan euroon. Sessiokohtainen hinta johtuu siitä, että Unity yleistää näkymän kullekin katsojalle katsojan ehdoilla. Vaihtoehto on, että tehdään asia kerran eli ladataan 1,4 GB omalle koneelle, jossa on riittävä teho ja näytönohjain. Aina kun kaksoseseen tehdään muutos, tulisi tässä tapauksessa ladata uusi ohjelma. Koska hankkeessa ei voitu uusida Polamkin tietokoneita eikä velvoittaa oppilaitosta lataamaan koneille todella suuria asennustiedostoja, päädyttiin selainversioon.

Kehittämishankkeessa digitaalisen kaksosen nopeutta ja siihen liittyviä ongelmia on pohdittu paljonkin. Kun ohjelmaa käyttää tietokoneelle asennettavalla versiolla, ja koneen tehot riittävät, kaksosen toimii nopeasti ja kuvanlaatu on hyvä. Jos sovellus tai alusta on tehty optimoimatta toimintoja, se on hidas. Jos optimointi tehdään pelimaailman tavoin, alusta on nopea. Toisaalta aina kun optimoidaan, menetetään jotakin näkymään kuuluvaa – ja kaksosten tapauksessa jotain todellisuuteen kuuluvaa. Optimoinnissahan on kyse asioiden näyttämisestä.

Useat kaupunkien digitaalisten kaksoset tai muut paikkatieto-ohjelmistot kuten ESRI, Bentley, mapinfo tai Trimble, visualisoivat kolmiulotteista maailmaa lisäominaisuutena ja niiden laskenta riippuu paljon prosessorin tehosta ja laskeamisen tarkkuudesta. Yhden räjähdysanalyysin laskenta voi kestää sekunneista tunteihin riippuen tarkkuudesta. Haittana voi olla, että esittämistä ei yleensä voi optimoida, ainoastaan itse ilmiön laskentaa.

Kun kansalainen katselee esimerkiksi Kangasalan uutta digikaksosta tietoverkon välityksellä, on prosessi seuraavanlainen: Taustalla paikkatieto-ohjelmisto ESRI esittää näkymät, web-julkaisin muuntaa ne eri selaimille sopiviksi ja lopuksi kansalainen valitsee katsella kaksosta haluamallaan selaimella oman nettiyhteytensä välityksellä. Näistä muuttujista riippuen digikaksosen voi hidas tai nopea. Nämä katselukokemukseen ja käytettävyyteen oleelliset vaikuttavat tekijät ovat siten ennalta päätettyjä.

Muita haasteita ovat seuraavat:

- Osaamisen keskittyminen ja rajautuminen hallinnon sisällä hyvin pienelle joukolle.
- Pelimootoreihin liittyvän teknisen osaamisen keskittyminen yrityksille.
- Erilaisten tekniikkojen yhteen sovittaminen.
- Tietoturallinen palveluntuotanto, monitasotietoturvan toteuttaminen.
- Palvelujen auditointi.

6. Pohdinta ja suositukset

6.1. Pohdinta

Polamkin digitaalisen kaksosen lähtökohta on visualisoiva kaupunkikaksonen, jonka käyttöliittymänä on toiminnallisuuksia tuova AURA-pelimoottori. Se ei ole tietomalli. Vaikka lähtökohta on visualisoiva kaupunkimalli, ei tarkoitus ole kaupunkikuvan visualisointi, kaupunkisuunnittelun tukeminen eikä kaupungin palveluprosessien digitalisaatiokehitys. Tavoite on hahmottaa käytettävyyttä ja löytää käyttömahdollisuuksia poliisille ja muille sisäisen turvallisuuden alan viranomaisille. Kehittämistyötä on tehty käyttöliittymän ja teknisen osaamisen asettamissa rajoissa. Suomessa digitaalisten kaksosten tuntemus ja kehittämisosaaminen on vielä verrattain suppeaa. Kalasataman digitaaliset kaksosen hankkeessa todettiin, että erityisesti kaupunkitietomallien osaaminen on valtakunnallisestikin puutteellista eikä se ole osa yliopistojen koulutusohjelmia (Helsinki, 2023, 61). Tässä hankkeessa osaamisvajetta on pyritty kaventamaan.

Rajoittavista tekijöistä huolimatta Polamkin kehittämishankkeessa on tunnistettu digitaalisten kaksosten merkittävä potentiaali myös viranomaistoiminnassa. Esimerkiksi Pelastuslaitos hyötyisi merkittävästi siitä, että sen käytössä olisi digitaalinen kaksonen, josta kävisi ilmi poistumistiet, rakennusmateriaalit, vesi- ja lämmitysputkien sijainnit ja vieläpä tiedot siitä, kuinka monta henkilöä kussakin kohteessa asuu ja missä asunnoissa on esimerkiksi liikuntarajoitteisia henkilöitä. Tällaista tietoa on mahdollista tuottaa digitaalisilla kaksosilla ja ehkä erityisesti juuri tietomallipohjaisilla kaksosilla. Nytkin nämä tiedot ovat saatavilla, mutta ne eivät aina ole digitaalisessa muodossa eivätkä aina samassa paikassa.

Operatiivisessa toiminnassa voisi ajatella tarpeelliseksi Drone 3D-tekniikalla kohteesta luotavat mallit, joita operaation johto voisi nopeasti manipuloida visualisoimalla niihin mahdolliset aseuhkan suunnat ja vaikutusalueet sekä suunnittelut reitit. AR tekniikalla suorittavat henkilöt voisivat tähän tarkoitukseen sovelletuilla näyttölaitteella nähdä reitin ja suojaisat alueet omasta sijainnistaan. Kaksi- tai kolmiulotteisen kartan lukeminen olisi tarpeetonta. Lisäksi operatiivisen toiminnan suunnittelulle olisi hyödyllistä VR-tekniikan mahdollistama harjoittelu tuotetussa mallissa ennen operaation suorittamista. Harjoitte-

lu edistää stressin hallintaa ja useamman partion tai toimijan yhteistoimintaa. Tällaisia toiveita tekniikalle on esitetty Puolustusvoimien taholta.

Kolmiulotteisen mallin manipulointi ja visualisointi AR-tekniikalla edellyttää Drone 3D-tekniikkaa ja todennäköisesti jonkinlaisen pelimoottorin käyttöä manipuloinnin alustana. Tietomalli ei taas tällaiseen ole käyttökelpoinen. Toisaalta tekniikka ei vielä mahdollista tämän ajatuksen toteuttamista nopeasti, vaikkakin se todennäköisesti olisi mahdollista – ehkä suurin kustannuksin, toteuttaa jo nyt hitaasti.

Tutkinnallisia toimenpiteitä ja harjoittelua varten kuvantamisen tekniikoilla tuotettavat mallit ovat jo nyt käyttökelpoisia. Pelimoottori lienee soveltuva käyttöliittymä tutkinnan harjoittelua varten, mutta tässäkin vaihtoehtoja on todennäköisesti useita erilaisia.

Turvallisuussuunnittelun, suojatilojen ja kriittisen infrastruktuurin suojaamisen osalta kolmiulotteinen mallintaminen voidaan nähdä merkittävänä lisäarvon lähteenä. Tällaisiin kohteisiin voi nähdä tarpeellisina esimerkiksi suojattavien kohteiden maalaamista, saapumisreittien osoittamista tai tietoja siitä, kuinka monta henkilöä minnekin on mahdollista sijoittaa, mitä kautta minnekin on helpointa päästä ja millaisia varastoja missäkin sijaitsee. Nämä ominaisuudet eivät kaikki ole pelkästään kuvantamista vaan niihin liittyy manipulointia ja referenssitietoja. Räjähdyksivaikutuksia koskeva malli on nyt olemassa, mutta sen käyttö suojatuissa verkoissa kaupunkimallien yhteydessä vaatii työtä, koska kaupunkimallit (edes tietomallit) eivät yleensä sisällä kaikkien rakennusten lujuustietoja.

Tällä hetkellä digitaalisten kaksosten kehitystä tapahtuu monella taholla eikä yhteisiä standardeja ole sovittu kaikille. Pelimoottoreilla ja niitä hyödyntävillä sovelluksilla on oma suuri käyttäjäkuntansa ja potentiaalinsa, ja tietomalleilla omansa. Esimerkiksi Jarmo Suomiston (2023) mukaan nämä erilaiset järjestelmät ovat lähentymässä, mutta ne eivät vielä toimi sujuvasti yhdessä.

6.2. Suositukset

Digitaaliset kaksoset ovat osa julkista toimintaympäristöä. Niitä ei räätälöidä poliisin tai pelastustoimen tarpeita varten ja virtuaalisessa kaupunkisuunnittelussa nämä viranomaiset eivät ole tiivistä mukana. Sisäministeriön hallinnonalan tulisi ottaa aktiivinen rooli, jotta eritahtiseen ja kirjavaan kehitystyöhön voitaisiin tuoda johdetusti viranomaisten näkökantoja ja tarpeita. Näin digitaalisen kaupunkitilan suunnittelu palvelisi paremmin myös viranomaistarpeita. Britanniassa hallitus on pyrkinyt aktiivisesti olemaan mukana digitaalisten kaksosten käyttömahdollisuuksien tunnistamisessa, tiedon siirtoa vaikeuttavien rajapintojen häivyttämisessä sekä kehitystyön ohjaamisessa siten, että se palvelee koko valtakuntaa ja julkista hallintoa (Bolton A, Enzer M, Schooling J., 2018).

Digitaalisia kaksosia rikos- ja palopaikoista lavastetaan kuvitteellisista tilanteista ja tallennetaan todellisista tapahtumista ympäri maailmaa. Periaatteessa saatavilla on laaja tietovaranto erilaisia harjoitteita. Ne eivät kuitenkaan ole kaikkien saatavilla vaan kehitystyötä tehdään yleensä paikallisesti. Tämä näkyy jopa Suomessa eri viranomaisten välillä: digitaalisia kopioita yksittäisistä tapahtumista on tuotettu Pelastuslaitoksen ja poliisin eri yksiköissä, mutta ne eivät ole kaikkein viranomaisten saatavilla edes saman toiminnan alaisuudessa. Kehitystyön tukemiseksi tarpeellista olisi siis kansallinen koordinointi myös hallinnonalan sisällä ja kansainvälisesti.

Polamkin digitaalisen kaksosen käyttöpotentiaali ja kehitysmahdollisuudet eivät todennäköisesti ole realisoitavissa ilman panoksia osaamiseen ja tekniseen laitteistoon. Myös Drone 3D-tekniikalla on sovellusmahdollisuuksia jo nykytilanteessa ja ajantasaista laitteistoa useimmilla poliisiyksiköillä, mutta osaamista ja aikaa täyden potentiaalin saavuttamiseen ei ole riittävästi.

Voidaan siis tehdä seuraavat yleisluontoiset suositukset:

1. Digitaalisten kaksosten koordinaatiotoimi hallinnonalalle.
2. Hallinnonalan viranomaistarpeet osaksi kaupunkimallien kehittämistyötä.
3. Digitaalisten kaksosten käyttötapaus- tai osaamiskirjasto valtakunnallisesti ja esimerkiksi Pohjoismaiden välille.
4. Panostuksen osaamisen kehittämiseen ja tekniseen välineistöön.

Näiden yleisten suositusten lisäksi voitaneen nähdä tarpeellisena kartoittaa laajemmin, millaisia mahdollisuuksia kaksosten käyttöön on. Tämä tarkoittaa erilaisten teknisten toteutusten vertailua ja arviointia

1. tuotantotapojen,
2. resursseihin kohdistuvien vaatimusten,
3. käyttömahdollisuuksien,
4. kustannusrakenteen,
5. kehitettävyyden ja
6. tietoturvan sekä avoimuuden kannalta.

Kyse on siis siitä, mitä tietyllä budjetilla on mahdollista saada ja millä tavalla tuotettuna.

Viimeinen huomio koskee viranomaisten kenttäjohtojärjestelmää ja muita tietojärjestelmiä, joissa on runsaasti erilaista paikkatietoa yhdistettynä viranomaistyön kannalta tarpeelliseen muuhun tietoon. Jos digitaaliset kaksoiset ovatkin poliisille sekä kuvantamisen, toiminnan että koulutuksen alustoja, voivat ne olla myös tietomalleja, joille joko kumuloidaan analysoitavaksi tarkoitettua tietoa tai operatiivista toimintaa tukevaa tietoa. Analysoitavaksi tarkoitettu tieto voi tarkoittaa liikenneonnettomuuksien jakautumista ja keräytymistä tai rikosten ja häiriöiden paikka- ja aikatietoja. Operaatiota varten tarvittava tieto tarkoittaa pelastusteitä tai liikuntarajoitteisten henkilöiden sijaintia josakin pelastustoimen kohteena olevassa rakennuksessa. Viranomaisten nykyisissä järjestelmissä tällaista tietoa on, mutta kaikkea tietoa ei ole aina yhdessä paikassa. Olisi aiheellista selvittää, mitä lisäarvoa digitaalisista kaksoisista olisi saatavilla uuden kenttäjohtojärjestelmien ohelle ja millä tavalla niitä voisi hyödyntää kenttäjohtojärjestelmien rinnalla?

Lähteet

Airaksinen, E. (2017). *Kaupunkien kolmiulotteiset mallinnusmenetelmät*. Diplomityö. Rakennetun ympäristön laitos, Aalto-yliopisto.

Azar, T., Barretta, R., & Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2022(2), 486–497. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031>

Bolton A, Enzer M, Schooling J. (2018). The Gemini Principles: Guiding values for the national digital twin and information management framework. Centre for Digital Built Britain and Digital Framework Task Group. <https://doi.org/10.17863/CAM.32260>

Botín-Sanabria, D. M., Mihaita, S., Peimbert-García, R. E., Ramírez-Moreno, M. A., Ramírez-Mendoza, R. A., & Lozoya-Santos, J. de J. (2022). Digital Twin Technology Challenges and Applications: A Comprehensive Review. *Remote Sensing*, 14 (6): 1–25. <https://doi.org/10.3390/rs14061335>

Edelson, D. C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *The Journal of the Learning Sciences*, 11 (1), 105–121. https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1101_4

Erving, A. (2008). CityGML-mallien monet mahdollisuudet. *Positio* 2008(1): 24–25.

Evans, S., Savian, C., Burns, A., & Cooper, C. (2019). *Digital twins for the built environment*.

Fiksu Kalasatama (2023). Kalasataman digitaalinen kaksonen. Saatavilla <https://eu.opencitiesplanner.bentley.com/kymp/fiksukalasatama>

Grieves, M., & Vickers, J. (2016). Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. Teoksessa F-J. Kahlen, S. Flumerfelt & A. Alves (toim.) *Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems: New Findings and Approaches* (ss. 85–113). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38756-7_4

Helsinki (2019). *Kalasadaman digitaaliset kaksoset. KIRA-digi-kokeiluhankkeen loppuraportti*. Saatavilla http://www.kiradigi.fi/media/hankemateriaali/loppuraportit/kira-digi_raportti_280319.pdf

Helsinki (2023). Helsinki 3D. Saatavilla <https://www.hel.fi/fi/paatoksenteko-ja-hallinto/tietoa-helsingista/kartat-ja-paikkatieto/helsinki-3d>

Horsmanheimo, S., Kokkonen-Tarkkanen, H., Kuusela, P., Tuomimäki, L., Puuska, S., & Vankka, J. (2017). *Kriittisen infrastruktuurin tilannetietoisuus*. www.vn.fi/teas

Hyytiäinen, M. (2003). *Paikkatietoylivoina digitaalisella taistelukentällä. Sotilaallisten maastoanalyysien metamalli*. Teknillinen korkeakoulu, Maanpuolustuskorkeakoulu.

Jeddoub, I., Nys, G. A., Hajji, R., & Billen, R. (2023). Digital Twins for cities: Analyzing the gap between concepts and current implementations with a specific focus on data integration. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 122, 103440. <https://doi.org/10.1016/J.JAG.2023.103440>

Koskinen, J. (2023). KeyNote: Tiedosta ja teknologiasta avaimia turvalliseen tulevaisuuteen. Teoksessa *Valtakunnallinen turvallisuustapahtuma 2023 – Tiedosta ja teknologiasta avaimia turvalliseen tulevaisuuteen*.

Kujanpää, O., Jukarainen, P., Taponen, J., Houtsonen, J., & Huotari, V. (2018). Strategic Analysis and Service Design for Community Policing. Teoksessa G. Leventakis & M. R. Haberfeld (toim.), *Strategic Analysis and Service Design for Community Policing* (ss. 13–21). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-319-89297-9_2

Kyttä, M., Puustinen, S., Hirvonen, J., Broberg, A., & Lehtonen, H. (2008). *Turvallinen asuinalue. Tampereen Muotiala suunnitelmissa ja kokemuksissa*. Espoo: Yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskuksen julkaisuja.

Lei, B., Janssen, P., Stoter, J., & Biljecki, F. (2023). Challenges of urban digital twins: A systematic review and a Delphi expert survey. *Automation in Construction*, 147: 104716. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104716>

Major, P., Li, G., Hildre, H. P., & Zhang, H. (2021). The Use of a Data-Driven Digital Twin of a Smart City: A Case Study of angstrom lesund, Norway. *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 24 (7), 39–49.

Muistio, Hyytiäinen ja Polamk, 30.6.2022

Nochta, T., Wan, L., Schooling, J. M., & Parlikad, A. K. (2021). A Socio-Technical Perspective on Urban Analytics: The Case of City-Scale Digital Twins. *Journal of Urban Technology*, 28 (1–2), 263–287.
<https://doi.org/10.1080/10630732.2020.1798177>

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*. Wiley.

Pernaa, J. (2013). Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä. Teoksessa J. Pernaa (Toim.), *Kehittämistutkimus opetuslalla* (ss. 9–26). Jyväskylä: PS-kustannus. <http://hdl.handle.net/10138/317958>

Polamk (2022). Tanskan matkakertomus 23.9.2022.
Poliisiammattikorkeakoulun sisäinen muistio.

Polamkin digitaalinen kaksonen (2023). Näyttökuva Polamkin digitaalisesta kaksosesta, elokuussa 2023.

Rainio, A. (2017). *Paikkatietopoliittinen selonteko*. Navinova Oy.

Richey, R. C., & Klein, J. D. (2017). *Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues*. New York: Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203826034>.

Safe Cities (2023), European Union's Horizon Europe research and innovation programme, <https://safe-cities.eu/>

Schroderus, J. (2023). Pelastustoimen tutkimus- ja kehittämispäivät 2023. *Kainuun pelastuslaitoksen apulaispalopäällikkö Jaakko Schroderuksen haastattelu, M. Juutinen*.

Suomisto, Jarmo (2023). Haastattelu, M. Juutinen, 24.8.2023.

Talvela, J., Rantanen, T., Ingman, M., Hyyppä, H., & Linturi, R. (2021). 3D-kaupunkimallien ja kaupunkien digikaksosten kehittämissuuntien määrittäminen tulevaisuustyöskentelyn avulla. *Modus 3D Journal*, 1.

Valtioneuvosto. (2023). *Vahva ja välittävä Suomi – Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma 20.6.2023*.

Van de Vyvere, B., & Colpaert, P. (2022). Using ANPR data to create an anonymized linked open dataset on urban bustle. *European Transport Research Review*, 14 (1). <https://doi.org/10.1186/s12544-022-00538-1>

VN/9703/2022. SM TKI määrärahapäätös; Poliisiammattikorkeakoulun harjoituskaupungista digitaalinen kaksonen. 13.4.2022.

Wolf, K., Dawson, R. J., Mills, J. P., Blythe, P., & Morley, J. (2022). Towards a digital twin for supporting multi-agency incident management in a smart city. *Scientific Reports*, 12 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20178-8>

Xue, F., Lu, W., Chen, Z., & Webster, C. J. (2020). From LiDAR point cloud towards digital twin city: Clustering city objects based on Gestalt principles. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 167, 418–431. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.07.020>

Yhteistoimintamuistio, Polamk ja Sitowise, 15.8.2022.

Yhteistoimintamuistio, Polamk ja Sitowise, 28.6.2022.

6Aika (2022). Tuloksia: KAOS – Kaupunkimallien osaamispääoman kehittäminen, 5.4.2022. Saatavilla <https://6aika.fi/tuloksia-kaos-kaupunkimallien-osaamispaaoman-kehittaminen/>

Uuden tekniikan soveltaminen teollisessa mittakaavassa on melkoisen hankalaa, aikataulut venyvät, laitteet rikkoutuvat ja sijoittajat kärsivät. Teollisuuden digitaaliset kaksoiset ovat välineitä, joilla suunnittelua, rakentamista ja testaamista voidaan helpottaa. Se tarkoittaa fyysisen vastinparinsa toimintoja ja rakenteita digitaalisessa muodossa heijastavaa ja ohjaavaa mallia tai suunnitelmien simulointia. Olennaista on fyysisen ja digitaalisen välinen suhde, sen tarkka vastaavuus, kaksisuuntainen vuorovaikutus ja reaaliaikaisuus.

Entäpä sosiaalisten vuorovaikutussuhteiden, poliisin, pelastajan, ensihoitajan tai rajavartijan digitaaliset kaksoiset, mitä ne tarkoittavat? Millaisia välineitä digitaaliset kaksoiset voivat olla viranomaisille? Tässä raportissa hahmotellaan vastauksia tällaisiin kysymyksiin.

