

Samuel Vainio-Mattila

OMAISUUSTIEDON HALLINTA INFRA- ALALLA

Ymmärrys kirjallisuudessa ja käytännössä

Kandidaatintutkielma
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Elokuu 2021

TIIVISTELMÄ

Samuel Vainio-Mattila: Omaisuustiedon hallinta infra-alalla – ymmärrys kirjallisuudessa ja käytännössä
Kandidaatintutkielma
Tampereen yliopisto
Tietojohdaminen
Elokuu 2021

Monilla organisaatioilla on nykyään paljon omaisuutta. Oleellinen ja oikea tieto omaisuudesta on erityisen tärkeää organisaatiolle, sillä toimivalla omaisuustiedon hallinnan avulla voidaan kehittää päätöksentekoa ja liiketoimintaa. Omaisuustietoa on kaikki tieto omaisuudesta, kuten esimerkiksi omaisuuden paikkatieto, kuntotieto tai muu tilatieto. Jotta omaisuustieto olisi hyödynnettävissä tehokkaasti oikeassa paikassa oikeaan aikaan, tarvitaan omaisuustiedon hallintaa.

Omaisuustiedon hallintaa ei ymmärretä täysin, joten sen määrittely on tarpeen. Tämän työn tavoitteena on määritellä omaisuustiedon hallinnan käsite selvittämällä sen tarkoitusta kirjallisuudessa ja käytännössä. Tutkimus rajataan omaisuustiedon hallintaan infra-alalla, koska tällä alalla omaisuudella on keskeinen rooli liiketoiminnan kehityksessä.

Työ tehtiin pääosin kirjallisuustutkimuksena, mutta käytännön ymmärryksen kartoitusta varten analysoitiin haastattelututkimuksesta saatuja vastauksia. Tieteellisestä kirjallisuudesta käytiin läpi 111 julkaisua, joista lopulta otettiin mukaan 25 tutkimuksen fokukseseen sopivaa julkaisua. Puolistrukturoidut haastattelut (11 kappaletta, yhteensä 31 haastateltavaa 11 organisaatiosta) tehtiin osana Tampereen yliopiston ProDigital-tutkimushanketta. Niistä analysoitiin tätä tutkimusta varten yhden teeman alta kysymys, joka keskittyi omaisuustiedon hallinnan ymmärrykseen.

Tulokset näyttävät, että omaisuustiedon hallinnan ympärillä on monia termejä ja että niiden yhteydestä löytyvät keskeiset teemat liittyvät tietomallinnukseen ja informaatiota käsittelevään teknologiaan. Omaisuustiedon hallinta infra-alalla määritellään tiedon keräämiseksi, hallinnaksi, siirtämiseksi ja käyttämiseksi omaisuutta koskevien päätöksentekotilanteiden sekä operatiivisen, taktisen ja strategisen tason kehityksen avuksi. Työn tuloksia eli omaisuustiedon hallinnan keskeisiä termejä ja määritelmää voidaan hyödyntää infra-alalla vahvistamaan ymmärrystä omaisuustiedon hallinnasta ja sen mahdollisuuksista liiketoiminnan kehittämisessä. Tämän merkitys on se, että parempi ymmärrys käsitteestä voi tukea infra-alalla työskenteleviä ja strateginen omaisuustiedon hallinta voi konkreettisesti edistää liiketoiminnan kehitystä.

Avainsanat: kirjallisuustutkimus, puolistrukturoitu haastattelututkimus, infrastruktuuri, arkkitehtuurin, tekniikan ja rakentamisen toimiala, omaisuudenhallinta, omaisuustiedon hallinta, omaisuuden integroinnin hallinta, rakennustiedon mallinnus, laitteiden ja laitteistojen hallinta, infrastruktuureihin liittyvän omaisuuden hallinta, älykkään omaisuuden hallinta

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Samuel Vainio-Mattila: Asset information management in infrastructure sector –
understanding in literature and in practice
Bachelor's thesis
Tampere University
Information and Knowledge Management
August 2021

Many organizations today have a lot of assets. Relevant and accurate information about assets is important for an organization, as effective asset information management can be used to develop decision-making and business. Asset information includes all information about an asset, such as asset location information, condition information, or other status information. In order for asset information to be utilized effectively in the right place at the right time, asset information management is needed.

Asset management is not fully understood, so defining it is necessary. The aim of this work is to define the concept of asset information management by elucidating its purpose in the literature and in practice. The research is limited to asset management in the infrastructure sector, as in this sector assets play a key role in business development.

The work was done mainly as a literature search, but responses from a interview research were analyzed to map the practical understanding. 111 publications from the scientific literature were reviewed, which eventually included 25 publications suitable for research focus. Semi-structured interviews (11, a total of 31 interviewees from 11 organizations) were conducted as a part of the University of Tampere's ProDigital research project. For the purpose of this study, a question under a theme focusing on the understanding of asset information management was analyzed.

The results show that there are many terms around asset information management and that the key themes associated with them are related to information modeling and information technology. Asset information management in the infrastructure sector is defined as the collection, management, transfer and use of information to support decision-making situations concerning assets and developments at the operational, tactical and strategic levels. The results of the work, that is, the key terms and definition of asset information management, can be used in the infrastructure sector to strengthen the understanding of asset information management and its potential for business development. The significance of this is that a better understanding of the concept can support those working in the infrastructure sector and strategic asset information management can concretely contribute to business development.

Keywords: literature review, semi-structured interview architectural, infrastructure, engineering and construction -industry, asset management, asset information management, asset integrity management, building information modelling, facility management, infrastructure asset management, smart asset management

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Tämä kandidaatintyö koskee omaisuustiedon hallintaa infra-alalla. Menetelminä on käytetty kirjallisuuskatsausta sekä haastattelututkimusta, joka suoritettiin osana ProDigial-tutkimushanketta. Omaisuustiedon hallinta kiinnostaa itseäni, koska se sisältyy tietojohdamisen alalle. Omaisuustiedon hallinta on kuitenkin vielä epätuttu käsite, mikä on tämän työn suurin motiivi. Työ suoritettiin kesällä 2021 osana ProDigial-tutkimusohjelmaa ja tulosten tarkoituksen on tukea tätä hanketta.

Kiitokset tämän tutkimuksen tekemisessä avustaneille henkilöille, kuten ProDigial-tutkimusryhmälle, kandidaatin työn ohjaajalle, perheenjäsenille sekä läheisille ystäville.

Tampereella, 17.8.2021

Samuel Vainio-Mattila

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO.....	1
1.1	Aiheen näkökulmat, tavoite ja rajaukset.....	2
1.2	Tutkimusongelma ja -kysymykset.....	3
1.3	Rakenne.....	3
2.	INFRA-ALA JA INFRAHANKKEEN ELINKAARI.....	5
2.1	Infra-alan määritelmä.....	5
2.2	Infrahankkeen ja omaisuuden elinkaari	6
3.	OMAIUUSTIEDON HALLINNAN NYKYTILA JA HAASTEET	9
3.1	Omaisuustiedon hallinnan tausta.....	9
3.2	Omaisuustiedon hallinnan yleiset haasteet nykypäivänä	10
4.	TUTKIMUSMENETELMÄT JA -AINEISTOT	12
4.1	Kirjallisuustutkimus ja aineisto.....	12
4.2	Haastattelututkimus ja aineisto	15
5.	TULOKSET	17
5.1	Omaisuustiedon hallinnan ymmärrys kirjallisuudessa.....	17
5.1.1	Termit omaisuustiedon hallintaan liittyen	18
5.1.2	Keskeiset teemat termeihin liittyen	20
5.2	Omaisuustiedon hallinnan ymmärrys käytännössä	23
5.3	Omaisuustiedon hallinnan määritelmien yhdistäminen	25
6.	JOHTOPÄÄTÖKSET	27
6.1	Keskeiset tulokset	27
6.2	Tutkimuksen arviointi ja jatkotutkimusehdotukset.....	28
	LÄHTEET	30
	LIITE 1: KIRJALLISUUSKATSAUKSEN JULKAISUT	33

LYHENTEET JA MERKINNÄT

AEC	architectural, engineering and construction -industry / arkkitehtuurin, tekniikan ja rakentamisen toimiala
AM	asset management / omaisuudenhallinta
AIM	asset information management / omaisuustiedon hallinta
AIM	asset integrity management / omaisuuden integroinnin hallinta
BIM	building information modelling / rakennustiedon mallinnus
FM	facility management / laitteiden ja laitteistojen hallinta
IAM	infrastructure asset management / infrastruktuureihin liittyvän omaisuuden hallinta
SAM	smart asset management / älykkään omaisuuden hallinta

1. JOHDANTO

Infrastruktuurirakenteita, joita ovat esimerkiksi tie- ja rakennushankkeet, voidaan suunnitella käyttöön jopa sadaksi vuodeksi. Tänä aikana tarvittavan tiedon pitää olla kattavaa, laadukasta sekä luotettavaa, jotta sitä voidaan hyödyntää infrastruktuurin (jatkossa *infra*) elinkaareissa suunnittelua ja käyttöä varten strategisesti, taktisesti sekä operatiivisesti. Siksi tarvitaan toimivaa tiedonhallintaa. Digitalisaation seurauksena datan keräämisestä on siirrytty tiedon hyödyntämiseen, mikä tarkoittaa, että tiedon jäsentäminen ja tulkitseminen nousevat erityisen tärkeäksi. (Kortelainen et al. 2021) Infra-alalla tietoa tarvitaan paljon hankkeen elinkaaren eri vaiheissa ja sen hallitseminen on tärkeää ja olennaista kriittisten päätösten tekemistä varten (Ouertani et al. 2008).

Informaation kerääminen ja hyödyntäminen omaisuuteen liittyen on yleistynyt AEC-toimialalla (architectural, engineering and construction / arkkitehtuurin, tekniikan ja rakentamisen toimiala). Omaisuuden haltijat (engl. asset owners) sekä yksityisellä että julkisella sektorilla haluavat nykyään helpommin tulkitettavaa omaisuutta koskevaa informaatiota. (Love et al. 2013) Lisäksi rakennustyöprojektit ovat nykyään monimutkaisempia ja niiden suorittamiseen tarvitaan paljon eri teknologioita, joten digitaalista dataa on olemassa huomattavasti aikaisempaa enemmän (Huang et al. 2021). Useimmiten omaisuudenhallinnassa ongelmana ei ole omaisuusinformaation puute, vaan sen paljous sekä sen käsittely (Lin et al. 2006). Voidaan siis sanoa, että digitalisaatio tuo infra-alalle hyötyjen ohella myös erilaisia haasteita datan paljouden mukana.

Tiedon visualisoiminen, esittäminen ja järjesteleminen ovat osa tiedonhallintaa. Kokonaisuudessaan tiedonhallinnassa on kyse arvon lisäämisestä informaatioon. (Bouthillier & Shearer 2002) Tiedonhallintaa, tietojohdantaa, omaisuudenhallintaa ja omaisuustiedon hallintaa yhdistää tiedon merkitys organisaatiolle. Organisaation näkökulmasta laajamittainen tiedon hyödyntäminen on tiedonhallinnan keskeinen tavoite (Willpower Information 2005, Bouthillier & Shearer 2002 mukaan). Tiedonhallinnassa ja tietojohdantamisessa tieto voi olla mitä vain liiketoiminnan kannalta hyödyllistä tietoa, mutta omaisuudenhallinnassa ja omaisuustiedon hallinnassa kyse on tarkemmin organisaation omaisuuteen liittyvästä tiedosta.

Kun organisaatiot haluavat paremman taloudellisen suorituskyvyn tai parempaa tietoon perustuvaa päätöksentekoa, tarvitaan monenlaista tietoa hallittavasta omaisuudesta. Nämä ovat toimivan omaisuudenhallinnan hyötyjä, kun organisaatio suunnittelee, seuraa ja kontrolloi omaisuuttaan (SFS-ISO 55000 2014). Omaisuustieto on tärkeää talouden, turvallisuuden ja omaisuuden käytettävyyden kannalta. Omaisuutta koskevan tiedon hallintaa voidaan kutsua *omaisuustiedon hallinnaksi*. Tämä käsite on kuitenkin vielä epätäsmällinen ja huonosti tunnettu. Tässä tutkimuksessa selvitetään omaisuustiedon hallinnan määritelmää aihetta koskevasta kirjallisuudesta sekä käytännön näkökulmasta infra-alalla Suomessa työskentelevien haastatteluilla. Tutkimuksen fokus on infra-alassa, koska siinä omaisuudella on erittäin keskeinen merkitys liiketoiminnan menestykselle.

1.1 Aiheen näkökulmat, tavoite ja rajaukset

Omaisuudenhallinnasta yleisesti käytetyn standardin SFS-ISO 55000:n mukaan **omaisuudella** tarkoitetaan kohteita, asioita tai kokonaisuuksia, joilla on tai voi olla arvoa organisaatiolle. **Omaisuudenhallinta** (engl. Asset management) sisältää kustannusten, riskien ja mahdollisuuksien tasapainottamista organisaation tavoitteiden saavuttamiseksi. Tavoitteena on saada omaisuuden haluttu toiminnan taso. (SFS-ISO 55000 2014) Tämän tutkimuksen näkökulma on omaisuudenhallinta tiedon näkökulmasta, jolloin voidaan puhua omaisuustiedon hallinnasta.

Tämä tutkimus tehdään osana Tampereen yliopiston tietojohdamisen yksikössä toteutettavaa ProDigital-tutkimusohjelmaa (ProDigital 2020), jonka päätutkimuskysymys on: ”Miten infra-alan tuottavuutta saadaan parannettua digitalisaatiota hyödyntämällä?” ProDigital-tutkimusohjelman yksi työvaihe on infrahankkeen elinkaaren läpäisevän tiedon analysointi, johon on kytketty omaisuudenhallinnan kehittäminen. Tähän omaisuudenhallinnan kehittämisen vaiheeseen tarvitaan tutkimusta omaisuustiedon hallinnasta infrahankkeen näkökulmasta.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on luoda uutta tietämystä, joka auttaa ymmärtämään omaisuustiedon hallinnan käsitteen infra-alan näkökulmasta. Tuloksissa esitetään kirjallisuudesta ja infra-alalla toimivien henkilöiden haastatteluista löytynyttä tietoa omaisuustiedon hallinnan määrittelemiseksi. Koska ProDigital-tutkimusohjelmassa fokus on erityisesti tiestöön liittyvästä infrassa, tämän tutkimuksen haastatteluosuus on tehty tiestöinfran toimijoiden keskuudessa. Huolimatta tiestöön keskittyvistä haastateltavista, tulokset ovat yleistettävissä koko infra-alaa koskeviksi. Tulokset ovat hyödynnettävissä

erityisesti infra-alalla työskenteleville liiketoimintahenkilöille, koska heidän täytyy ymmärtää omaisuustiedon hallinta käsitteenä ja käytännössä.

Infrahankkeen näkökulmalla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa sitä, että kirjallisuustutkimuksessa rajataan pois artikkelit, jotka eivät liity omaisuustiedon hallintaan nimenomaan infra-alalla. Näkökulma toteutuu haastattelututkimuksessa siten, että haastateltavat ovat infra-alan ammattilaisia. Omaisuustiedon hallinnan käyttö on tärkeää infrahankkeen koko elinkaaren aikana.

1.2 Tutkimusongelma ja -kysymykset

Työn **tutkimusaiheena on omaisuustiedon hallinta infra-alalla**. Aihe on tärkeä ja kiinnostava tietojohdamisen alalle, koska omaisuustiedon hallinta on olennainen osa tietojohdamista organisaatioissa. **Tutkimusongelmana tässä tutkimuksessa on infra-alalla oleva tiedon puute omaisuustiedon hallinnan käsitteestä**. Tämä ongelma konkretisoituu esimerkiksi työn uudelleen tekemiseksi. Ensimmäisenä tavoitteena on lisätä ymmärrystä infra-alalla omaisuustiedon hallinnasta. Toisena tavoitteena on saada koottua kokonaisvaltaista tietoa omaisuustiedon hallinnasta, jotta sitä voidaan hyödyntää osana suurempaa ProDigial-tutkimusohjelmaa. Tämä työ toteutetaan kirjallisuustutkimuksena ja haastattelututkimuksena.

Päätutkimuskysymys tutkimuksessa on ”Mitä tarkoitetaan omaisuustiedon hallinnalla infra-alalla?” Tutkimuksen alakysymykset ovat:

1. Miten omaisuustiedon hallinta ymmärretään kirjallisuudessa?
2. Miten omaisuustiedon hallinta ymmärretään käytännössä infra-alalla?

Ensimmäiseen alakysymykseen vastataan kirjallisuustutkimuksen avulla. Vastaus syntyy esittämällä tuloksia ja johtopäätöksiä tieteellisistä julkaisuista löytyneillä tiedoilla. Toiseen alakysymykseen saadaan vastaus haastattelututkimuksesta saaduilla yksittäisillä vastauksilla. Tarkoitus on kerätä infra-alalla työskentelevien käsitys omaisuustiedon hallinnasta käytännössä. Päätutkimuskysymys saa vastauksen näiden kahden alatutkimuskysymyksen vastausten vertailun jälkeen.

1.3 Rakenne

Työ koostuu kuudesta luvusta. Tutkimuksen toisessa luvussa kerrotaan teoriataustaa infra-alasta sekä infrahankkeen ja omaisuuden elinkaaresta. Kolmas luku on toinen teoriaosuus tässä työssä ja siinä taustoitetaan omaisuustiedon hallinnan ymmärryksen

nykytilaa infra-alalla. Nykytilaa tarvitsee tutkia, koska omaisuustiedon hallinta on käsitteenä uusi. Tämä teoriaosuus eroaa tuloksista siksi, että tuloksissa esitellyt termit omaisuustiedon hallinnan käsitteen ympäriltä ovat jo itsessään kirjallisuuskatsauksen avulla tehtyjä löydöksiä. Jotta tuloksissa voidaan vastata tutkimuskysymykseen, täytyy teoriassa selvittää, mitä aluksi tiedetään omaisuustiedon hallinnasta ennen varsinaista tutkimuksen tekemistä. Neljännessä luvussa esitellään tutkimusmenetelmät sekä tutkimusaineisto. Samalla esitellään kirjallisuustutkimuksen prosessi sekä sen avulla löytynyttä aineistoa. Myös haastattelututkimuksesta sekä sen sisältämän keskeisen kysymyksen analyysistä ja aineistosta kerrotaan tarkemmin.

Viidennessä luvussa esitetään tulokset sekä kirjallisuustutkimuksesta että haastattelututkimuksesta. Kirjallisuustutkimuksen yhteydessä kerrotaan termeistä, jotka esiintyvät omaisuustiedon hallinnan yhteydessä ja esitellään muita keskeisiä teemoja, joita kirjallisuudesta tulee esiin. Haastattelututkimuksen osalta esitellään tulokset käytännön näkökulmasta omaisuustiedon hallintaan. Tulosluvun lopussa verrataan kirjallisuus- ja haastattelututkimusten tuloksia toisiinsa ja muodostetaan määritelmä omaisuustiedon hallinnalle. Viimeisessä eli kuudennessa luvussa vedetään johtopäätökset tuloksista. Lisäksi pohditaan tämän työn onnistumista ja parannuskohteita sekä esitetään jatkotutkimuskohteita.

2. INFRA-ALA JA INFRAHANKKEEN ELINKAARI

Tässä luvussa käydään läpi teoriaa infrasta. Tarkoituksena on määritellä tämä termi ja antaa lisämääritelmät infrahankkeelle ja infra-alalle. Lisäksi tässä luvussa kerrotaan omaisuustiedon hallinnan nykytilasta ja ongelmista Suomessa infra-alalla. Täten siirryttäessä tuloksiin kirjallisuuskatsauksen jälkeen olisi mahdollisimman hyvä ymmärrys siitä, miksi tätä käsitettä täytyy määritellä.

2.1 Infra-alan määritelmä

Infrastrukturi (engl. infrastructure) on vaikea määritellä, sillä se on hyvin laaja käsite. Työssä käytetään infrastruktuurista termiä ”infra”, sillä se on yleisesti alalla käytetty nimike. Infralle ei ole ollut selkeää määrittelyä, vaan se on ollut aina hyvin väljä (Buhr 2003; Moteff et al. 2003; Baldwin & Dixon 2008). Infran määrittelymisen vaikeus johtuu luultavimmin siitä, että se on riippuvainen näkökulmasta tai kategoriasta. Infra kokonaisuudessaan on tärkeää yhteiskunnalle, koska sen avulla saavutetaan talouskasvua, parannetaan elämän laatua asukkaille sekä parannetaan yhteiskunnallista turvallisuutta (Baldwin & Dixon 2008, 14).

Infra voidaan jakaa kolmeen kategoriaan, jotka ovat institutionaalinen, persoonallinen ja materiaallinen. Institutionaalinen infra sisältää ne säännöt, joita yhteiskunta noudattaa sekä ne rakenteet ja prosessit, joilla näitä sääntöjä toteutetaan. Persoonallinen infra sisältää tilastoja ja tietoja populaatiosta, kuten kuolleisuus- ja syntyvyysluvut tai maahanmuuttosuhteen. Materiaaliseen infraan sisältyvät sosiaaliset rakennukset ja tuotannonhyödykkeet. Esimerkkejä näistä voivat olla julkinen liikenne, sairaalat, koulut, vesi- ja energialaitokset, jätehuoltoasemat, tiestö, rautatiet tai sähköverkko. (Buhr 2003) Toisaalta infra voidaan myös jakaa vain kahteen kategoriaan, jotka ovat sosiaalinen ja tekninen infra. Sosiaaliseen infraan lukeutuu julkisia ja yksityisiä palveluja, kuten kaupat, sairaalat, pankit tai kahvilat. Sosiaalinen infra siis tarvitsee usein fyysisen tilan tai rakennuksen toimiakseen. Tekninen infra sen sijaan sisältää liikenteen, vesi- ja energiahuollon, tietoverkot sekä viher- ja vesialueet. (Heinonen et al. 2002, 18-19)

Kuten aiemmin on rajattu, tässä tutkimuksessa kohteena on vain tiestöt ja niiden ympärillä oleva infra. Täten käytetään Buhrin (2003) kolmannen kategorian määritelmää sekä Heinosen et al. (2002) teknisen infran määritelmää lähtökohtana. Tässä työssä **Infra** on siis osin sosiaalisia ja osaksi teknisiä rakennuksia ja tuotannonhyödykkeitä,

kuten julkinen liikenne, sairaalat tai vesi- ja energialaitokset. Tässä työssä infra keskittyy näistä julkiseen liikenteeseen ja erityisesti tiestöön eli katuihin ja niiden ympärillä tapahtuviin projekteihin. Imatran mukaan **hankkeen** tehtävänä on ratkaista jokin ongelma tai kehittää jotakin hyödyllistä. Lisäksi hankkeella on selkeät tavoitteet ja sen tuloksena syntyy jotakin, mitä ei olisi syntynyt ilman hanketta. Infrahankkeella tässä tutkimuksessa tarkoitetaan infran määritelmän sisältämien asioiden hankkeen määritelmän mukaista tavoitteellista ja projektiluontoista suunnittelua, rakentamista ja kunnossapitoa. Toisin sanoen, voidaan puhua infrahankkeen elinkaaresta. **Infra-alalla** tässä tutkimuksessa tarkoitetaan sitä alaa, jossa toteutetaan infrahanketta joltain sen osalta.

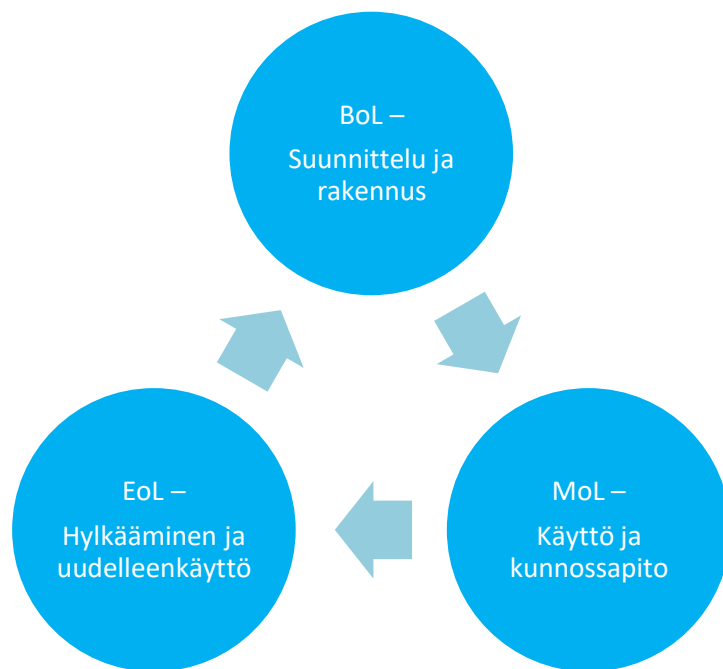
2.2 Infrahankkeen ja omaisuuden elinkaari

Seuraavaksi kerrotaan yleiskuva infrahankkeen elinkaaresta, jotta voidaan ymmärtää työn sisältämä kokonaisuus tarkasti ja lisätä ymmärrystä infran määritelmään. Vaikka tässä työssä ei käsitellä omaisuustiedon hallintaa tutkimuksellisesti elinkaaren eri vaiheissa, on nämä vaiheet hyvä tietää suurin piirteisesti, koska se auttaa ymmärtämään omaisuustiedon hallinnan tarpeita infra-alalla.

Projektin elinkaari määritellään sarjaksi vaiheita, jotka ovat peräkkäisiä tai joskus päällekkäisiä, ja joiden nimet ja määrä voidaan määritellä hankkeeseen kytkeytyvien organisaatioiden toimesta. Projektin elinkaari voi erota eri organisaatioiden välillä riippuen alasta ja teknologian käytöstä. Omaisuuden elinkaari on eri asia kuin projektin elinkaari, sillä projekteja on monenlaisia omaisuuden elinkaaren aikana riippuen siitä, missä vaiheessa omaisuuden elinkaarta ollaan. Esimerkkejä eri projekteista, joilla on omat elinkaarensa, voivat olla palvelun tai tuotteen markkinointi tai pilottitestin tekeminen. (Guide 2001) Nämä esimerkit pätevät myös infra-alalla, sillä omaisuudella, kuten uudella tiellä voi olla kansalaisille kohdennettua markkinointia tai tien pilottitestausta liikenteelle. Toisaalta infra-alalla voidaan ajatella, että infrahanke kestää koko omaisuuden elinkaaren ajan, jolloin infrahankkeen elinkaari ja omaisuuden elinkaari voidaan nähdä samana asiana (ProDigiial 2020). Projektin elinkaaren vaiheista on esitetty monta erilaista yhdistelmää, mutta ne kaikki käyvät saman idean läpi: toteutettavuuden tarkastelu, suunnittelu, projektin tarjoaminen, rakentaminen, luovutus ja käyttö (Xia et al. 2017). Omaisuuden elinkaaren vaiheita ovat suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja ylläpito (Al-Kasasbeh et al. 2020). Täten huomataan, että omaisuuden ja projektin elinkaaret ovat pääpiirteiltään samanlaisia. Tämä huomio auttaa siinä, että voidaan puhua niiden elinkaarista samanaikaisesti omaisuuden ja

infrahankkeen elinkaarena. Toisin sanoen, infra-alalla infrahanke sisältää hankkeen omistavan tai rakentavan organisaation omaisuutta. Lisäksi infrahankkeen aikana valmistunut tuote tai palvelu on omaisuutta.

Ouertani et al. (2008) mukaan omaisuudenhallinta tietyn elinkaaren aikana on prosesseihin jakautuvaa. He jakavat hankkeen elinkaaren kolmeen prosessiin: elinkaaren alkuun, keskikohtaan ja loppuun (engl. Beginning-of-Life (BoL), Middle-of-Life (MoL) ja End-of-Life (EoL)). Nämä vaiheet voidaan nähdä kuvassa 1.



Kuva 1: Infrahankkeen elinkaaren prosessien vaiheet (mukailee Ouertani et al. (2008), s. 30)

Kuten kuvasta 1 nähdään, vaiheet kiertävät syklissä. BoL sisältää hankkeen suunnittelun ja sen rakentamisen. MoL sisältää hankkeen ja omaisuuden siirtymisen käyttövaiheeseen ja kunnossapidon eli omaisuuden tarvitsemat päivitykset ja korjaukset. EoL on omaisuuden sekä infrahankkeen elinkaaren loppu, eli se hetki, kun omaisuus lopettaa sen tarkoituksenmukaisen palvelun tuottamisen ja mahdollisesti se uudelleen käytetään. Toimivan omaisuudenhallinnan aikaansaamiseksi näiden prosessien ohjaamista tarvitaan. Prosessien ohjaaminen ja koordinointi onnistuu vaiheiden seurannalla keräämisellä informaatiota elinkaaren tärkeistä kohdista. (Ouertani et al. 2008)

Tässä tutkimuksessa infrahankkeen ja omaisuuden elinkaarella tarkoitetaan esitellyistä määritelmistä sovellettua käsitettä, joka sisältää neljä kohtaa: suunnittelu, rakennus,

käyttö ja kunnossapito. Yleensä elinkaaresta keskustellessa siihen ei olla erikseen sisällytetty EoL-vaihetta. Tässä tutkimuksessa ymmärretty määritelmä elinkaaren rakenteesta on selvinnyt myös osaksi ProDigial-tutkimuksen aikana nykytilaselvityksistä sekä haastatteluista.

3. OMAISUUSTIEDON HALLINNAN NYKYTILA JA HAASTEET

Teknologiat ja tiedon käyttäminen ovat yleistyneet yhteiskunnassa viime vuosikymmenien ajan. Tiedon ajatellaan kuuluvan nykyihmisten aikakaudelle, mutta jo tuhansia vuosia sitten tietoa on tallennettu esimerkiksi kulttuurista kirjoittamalla siitä. (Black et al. 2007) Tiedosta ja sen käyttämisestä tiedetään suhteellisen paljon nykyään, mutta haastavampaa onkin löytää ajankohtaa, jolloin on ensimmäisen kerran puhuttu omaisuustiedosta tai sen hallinnasta. Ylipäätään omaisuustiedon hallinnasta tiedon löytäminen on vaikeaa, mikä onkin keskeinen motivaatio tälle tutkimukselle. Seuraavissa alaluvuissa esitellään taustatietoa omaisuustiedon hallinnasta ja sen määrittelyn vaikeudesta sekä tämän käsitteen ongelmista infra-alalla.

3.1 Omaisuustiedon hallinnan tausta

Omaisuustiedon hallinnasta ei löydy helposti tieteellisiä julkaisuja, jotka näyttäisivät, milloin tästä käsitteestä on puhuttu ensimmäisen kerran. Myöskään omaisuudenhallinnasta ei löydy tällaista tietoa. Kuitenkin on tutkittu, että jo maanviljelyn vallankumouksen aikaan on alettu keräämään tietoa siitä, mitä kukin yhteiskunnan jäsen omistaa (Harari 2011, osa 2). Tämän voi ajatella olevan omaisuustiedon keräämistä. Omaisuustiedosta ja sen hallinnasta löytyy nykypäivänäkin vain niukasti julkaistua tietoa. Voidaan siis todeta, että omaisuustiedon hallinnan käsitteestä ei löydy historiatietoa ilman perusteellista kirjallisuuskatsausta. Täten kannattaa lähteä liikkeelle omaisuudenhallinnan määrittelemisestä, jotta voidaan edetä tutkimaan omaisuustiedon hallinnan määritelmää.

Omaisuudenhallinnalla tarkoitetaan SFS-ISO 55000 -standardin (2014) määritelmän mukaan organisaation koordinoitua toimintaa, jossa hyödynnetään organisaation omaisuuden arvoa. Käytännössä se on suunnittelua, seurantaa ja kontrollointia omaisuuteen liittyen. Organisaation omaisuus voi olla aineellista, kuten koneet tai aineetonta, kuten sopimukset. Lisäksi omaisuus voi olla taloudellista tai ei-taloudellista. Organisaatio, joka omaa hyvän omaisuudenhallinnan, voi saada seuraavanlaisia hyötyjä: parempi taloudellinen suorituskyky, tietoon perustuvien päätösten paraneminen, riskien pienentäminen, paremmat palvelut ja tulokset, osoitus

yhteiskuntavastuullisuudesta esimerkiksi kyvyllä vähentää päästöjä, parempi maine, kestävä kehitys, parempi edistäminen sekä parempi tehokkuus ja vaikuttavuus. (SFS-ISO 55000 2014) Standardi sisältää virallista infra-alan käsitteistöä, joten se on luotettava tämän tutkimuksen kannalta. Tämän määritelmän pohjalta voidaan lähentyä omaisuustietoa ja sen hallintaa.

Omaisuustiedon hallinnan määrittelemisen on vaikeaa, koska käsitteestä käytetään englanninkielisessä kirjallisuudessa monia termejä, jotka tarkoittavat lähes samoja asioita. Yksi lähellä oleva termi on Asset information management (AIM) (Ouertani et al. 2008). Kirjallisuudessa tämän aiheen ympärillä käytetään myös termejä Asset integrity management (AIM) (Chandima Ratnayake & Markeset 2012), Infrastructure asset management (IAM) (Too 2010), Asset lifecycle management (ALM) (Ouertani et al. 2008) tai Facility management (FM) (Wijekoon et al. 2018). Omaisuustiedon hallintaan liittyy vahvasti lisäksi Building information modelling (BIM) (Latiffi et al. 2014). Tämä näkyy esimerkiksi siinä, että hakemalla omaisuustiedon englannin kielisillä termeillä tieteellisiä julkaisuja, suuri osa tuloksista liittyy jotenkin BIM:iin. Mielenkiintoinen termi on lisäksi Smart asset management (SAM) (Nel & Jooste 2016), joka antaa omaisuustiedon hallintaan näkökulman tulevaisuudesta ja erityisesti älykkäiden teknologioiden käytöstä. Näiden termien yhteyden selkiyttämiseksi ja omaisuustiedon hallinnan ymmärrettävyyden parantamiseksi tämän tutkimuksen tarkoituksena on määritellä omaisuustiedon hallinnan käsite.

3.2 Omaisuustiedon hallinnan yleiset haasteet nykypäivänä

Organisaatiot ovat nykyään jatkuvasti enemmän yhteistyössä toistensa kanssa ja siksi omaisuus on nykyään liikkuvampaa ja sitä jaetaan enemmän eri työryhmien välillä (Ouertani et al. 2008). Tiedon jakaminen eri työryhmien kesken on tärkeää työn tehokkuuden parantamiseksi, samojen virheiden tekemisen välttämiseksi ja virheiden vähentämiseksi. Koska rakennustoissa työskentelevät saattavat olla hajautetusti työmailla, tiedon tarpeellinen jakaminen on joskus haasteellista. Tiedon jakamisen parantamiseen pitäisi keskittyä enemmän rakennusalalla. (Ni et al. 2018)

Seppänen et al. (2020) luettelevat tämän hetken ongelmia ja epäkohtia omaisuudenhallinnassa tiedon näkökulmasta. Heidän mukaansa yleisesti tällä hetkellä ongelmia on tietotarpeissa, tiedon hankinnassa, jakamisessa, käytössä sekä varastoisissa. Integraation puute projektien osapuolien välillä on yleistä. Päätöksiä tehdään usein liian vähäisellä tiedolla ja tiedon potentiaalia ei osata hyödyntää

esimerkiksi kunnossapidossa hankkeen elinkaaren aikana. Ongelmia ei ennakoida riittävästi suunnittelu- ja rakentamisen alkuvaiheissa. Usein toisilla kuin työmaalla työskentelevillä ei ole ajantasaista kuvaa töiden etenemisestä. Nämä seikat johtavat viiveisiin hankkeissa. (Seppänen et al. 2020) Tiedon hankinnan ongelmat saattavat johtaa virheisiin prosesseissa, mikä taas kasvattaa tyytymättömyyteen asiakkaiden puolelta. Ongelmat tiedon käyttämisessä saattavat johtua säännöksistä, jolloin ei päästä käsiksi tietoon. Tämä johtaa tiedon siirtymisen ongelmiin, jolloin prosessien läpimenoajat pitenevät. Tiedon laadun heikkous johtaa huonompaan suorittamiseen, uudelleen tekemiseen ja väärän tai vanhan tiedon käyttämiseen. (Freitas & Freitas 2020) Tässä kappaleessa esitellyt ongelmat haittaavat organisaation liiketoimintaa. Näitä ongelmia voidaan pitää myös tietojohdantamiseen liittyvinä asioina, koska tieto on niissä keskeisenä tekijänä. Tietojohdantaminen on osaksi organisaation hallussa olevan tiedon kokonaiskuvan muodostamista ja sen muokkaamista liiketoiminnan hyödynnettäväksi (Laihonen et al. 2013, 13). Tästä voidaan päätellä, että tietojohdantisella on yhteys omaisuustiedon hallintaan.

Lisää tietojohdantamiseen liittyviä tiedonhallintaprosessien yleisimpiä ongelmia ovat hyvin samankaltaisia kuin edellisessä kappaleessa esitellyt ongelmat. Sadrinooshabadi et al. (2020) jakavat nämä ongelmat seitsemään kategoriaan: aikaisessa vaiheessa projektia tiedonjakamisalustojen käyttöönotto, kommunikaatioon liittyvät ongelmat yhteisen kielen puuttumisesta, kalliit ja aikaa vievät toteutusprosessit, väärinkäsitykset datassa, tiedon määrä ja taso, datan muuttuminen projektin elinkaaren aikana, vaikeus päivittää tietoa sekä tarve kouluttaa henkilöstöä uusiin järjestelmiin. Tiedonhallinnan parantamisella voidaan vähentää näitä ongelmia. Esitettyjä ongelmia pitäisi pystyä ratkaisemaan myös omaisuustiedon hallinnalla ainakin sellaisen tiedon osalta, joka liittyy omaisuuteen.

Toisaalta omaisuustiedon hallinnan prosessien yleistyminen ei ole muuttanut sitä, että omaisuuden integrointi infrahankkeen elinkaaren aikana on ongelmallista. Ongelmat tässä johtuvat usein epätarkasta tiedon jakamisesta, järjestelmien yhteensopimattomuudesta ja epäselvistä tarpeiden määrittelyistä. (Jang & Collinge 2020) Omaisuustiedon hallinnan nykytilasta ja tietoon liittyvistä haasteista on monia huomioita. Näiden haasteiden havaitsemiseen ja omaisuustiedon hallinnan parempaan ymmärtämiseen tarvitaan tätä tutkimusta. Ratkaisemalla näitä haasteita ja ongelmia voidaan auttaa organisaatioita infra-alalla saavuttamaan parempi taloudellinen suorituskyky sekä muita omaisuudenhallinnan hyötyjä.

4. TUTKIMUSMENETELMÄT JA -AINEISTOT

Tutkimus sisältää sekä kirjallisuustutkimusta että haastattelututkimusta. Kirjallisuuskatsaus on ensisijainen tutkimusmenetelmä ja käytännön näkökulmaa tuodaan lisäksi haastattelututkimuksella. Kirjallisuustutkimus suoritetaan systemaattisella kirjallisuuskatsauksella. Haastattelututkimus on suoritettu ProDigial-tutkimusohjelmassa, johon työn tekijä on osallistunut. Tässä kandidaatin tutkimuksessa analysoidaan siitä yksi teema, joka liittyy nimenomaan työn tutkimuskysymyksiin.

4.1 Kirjallisuustutkimus ja aineisto

Kirjallisuuskatsaus mukailee Finkin (2014) systemaattisen kirjallisuuskatsauksen seitsemän kohdan mallia:

1. tutkimuskysymysten asettaminen
2. kirjallisuuden ja tietokantojen valinta
3. hakusanojen ja -lauseiden valinta
4. käytännön hakukriteerien valinta
5. metodologinen rajaus
6. katsauksen tekeminen
7. tulosten syntetisointi

Tätä mallia mukaillaan, jotta kirjallisuuskatsaus olisi mahdollisimman johdonmukainen ja selkeä. Tutkimuskysymysten asettaminen tapahtui prosessin alussa, mutta niitä iteroitiin muutamia kertoja tutkimuksen alkuvaiheessa sen perusteella, mitä jo löydetyistä lähteistä löytyi ja mitä täsmennyksiä ProDigial-hankkeen tutkijoilta saatiin keskeisistä termeistä. Julkaisujen hakemiseen käytetty tietokanta on Tampereen yliopiston Andor-kirjasto, koska se yhdistää hyvin monia muita tietokantoja tuloksissaan.

Hakukriteereiden pitää olla oikeat ja tarkkaan harkitut, jotta löydetään sopivia tutkimuksia ja kirjallisuutta tutkittavaan aiheeseen ja näkökulmaan liittyen. Hakukriteerien määrittäminen omaisuustiedon hallinnalle on kolmas vaihe mallissa. Hakukriteereihin ei otettu mukaan rajausta liittyen tiestöön, koska omaisuustiedon hallinnasta haluttiin yleiskuva infra-alalla. Koska omaisuustiedon hallinta on käsitteenä vielä hieman epätunnettu, aihetta etsittiin aluksi sen lähelle osuvilla termeillä. Täten omaisuustiedon hallintaan liittyviä julkaisuja lähdettiin etsimään termeillä ”omaisuudenhallinta”/”asset

management” ja ”infrahanke”/”infrastructure project”. Lisäksi lyhyen englannin kielen tutkimisen jälkeen pystyttiin toteamaan, että lähimpänä omaisuustiedon hallintaa ovat englanninkieliset termit ”knowledge-based asset management” ja ”asset information management”. Näin muodostettiin kaksi erilaista lausetta näistä termeistä. Ensimmäinen hakulause on (”knowledge-based asset management” OR ”asset information management”). Tässä hakulauseessa etsittiin julkaisut, joissa käytetään omaisuustiedon hallintaa terminä englanniksi. Tässä oli tarkoitus saada tarkempaa tietoa nimenomaan omaisuustiedon hallinnasta ja enemmän yleiskuvaa koskevia julkaisuja. Toisessa lauseessa sen sijaan oli tarkoitus löytää spesifimpiä tuloksia infra-alalle, kun mukaan sijoitettiin infraprojekti. Toinen lause on siis (”asset management” AND ”infrastructure project” AND ”knowledge-based”). Taulukko 1 näyttää näiden kahden lauseen hauista löytyneiden tuloksien määrän sarakkeessa Andor.

Taulukko 1: Rajoittamaton haku kahdelle hakulauseelle Andorista

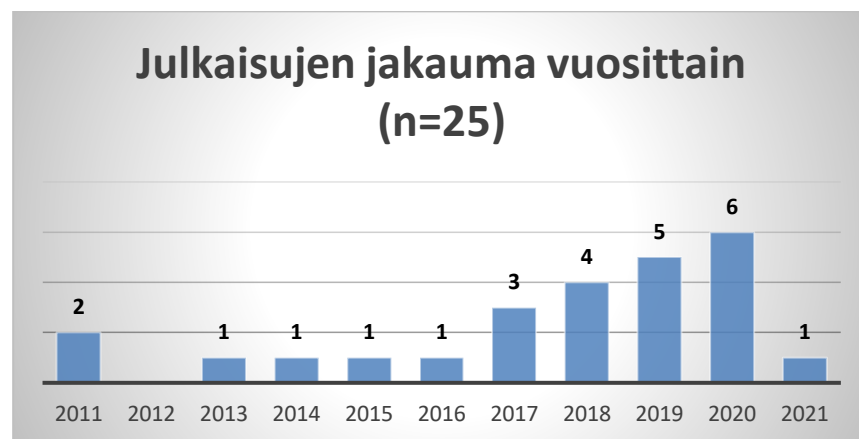
Rajoittamaton haku	Andor
(”knowledge-based asset management” OR ”asset information management”)	1594
”asset management” AND ”infrastructure project” AND ”knowledge-based”	333
Yhteensä	1927

Tuloksia tuli paljon, joten seuraavaksi tavoitteena oli saada hakutuloksia tarkemmiksi. Lisäksi tuloksien haluttiin olevan uusinta tietoa alalta. Todettiin, että tällä alalla uusi tieto tarkoittaa noin edellisten kymmenen vuoden ajalla syntynyttä tietoa. Täten hakuetoja muokattiin siten, että etsittiin vain julkaisuja vuosilta 2011–2021. Lisäksi hakuetoihin laitettiin kriteeriksi, että tulokset ovat vertaisarvioituja tieteellisiä julkaisuja englannin kielellä. Täten saatiin mahdollisimman luotettavia tuloksia ja säästettiin aikaa siinä, että ei tarvitse erikseen hylätä eri kielisiä tuloksia. Näin saatiin tehtyä mallin neljäs ja viides kohta, minkä jälkeen muodostettiin taulukko 2.

Taulukko 2: Rajoitettu haku kahdelle hakulauseelle Andorista

Rajoitettu haku: vuodet 2016–2021 + englanniksi + vertaisarvioidut	Andor
(”knowledge-based asset management” OR ”asset information management”)	81
”asset management” AND ”infrastructure project” AND ”knowledge-based”	30
Yhteensä	111

Taulukko 2:sta nähdään, että tulokset rajautuivat tarkemmin. Seuraavaksi katsauksen tekeminen aloitettiin Finkin (2014) mallin kuudennen kohdan mukaan. 111 julkaisussa oli vain hieman päällekkäisyyttä näillä kahdella eri hakulausekkeella. Julkaisujen läpikäyminen tapahtui siten, että jokaisesta luettiin tiivistelmä, jonka jälkeen päätettiin, onko julkaisussa olennaista tietämystä liittyen tämän tutkimuksen päätutkimuskysymyksen. Jos tiivistelmästä ei tätä selvinnyt, luettiin vielä johdanto löytyneestä tutkimuksesta. Näistä kohdista etsittiin tiettyjä avainsanoja, eli termejä, jotka esiintyvät omaisuustiedon hallinnan ympärillä. Lisäksi haettiin teemoja, kuten tiedon liikkuminen yhdistettynä infra-alaan ja tietomallinnus sekä tieto omaisuudenhallintaan yhdistettynä. 111 julkaisusta löytyi lopulta tätä tapaa noudattamalla **25 julkaisua**, jotka kelpaavat kirjallisuudeksi tähän tutkimukseen (Liite 1). Näiden 25 julkaisun jakauma eri vuosille voidaan nähdä kuvassa 2.



Kuva 2: Julkaisujen määrät eri vuosina

Julkaisut ovat melko uusia ja suurin osa niistä oli viimeiseltä viideltä vuodelta. Kuvasta 2 nähdään, että näitä viittä vuotta edeltäviltä vuosilta oli paljon vähemmän valittuja julkaisuja. Tämä havainto vahvistaa sitä, että omaisuustiedon hallinnan käsite on vielä jokseenkin uusi. Valinta tehtiin sen perusteella, liittyikö julkaisut nimenomaan infrahankkeisiin, omaisuudenhallintaan ja omaisuustiedon hallintaan tai saiko niistä tietoa esimerkiksi eri termien määrittelemiseen. Lisäksi hyväksyttiin julkaisuja, jotka toivat yleiskuvaa esimerkiksi tiedon kulkemisesta organisaatioissa. Jokaisesta julkaisusta tehtiin muistiinpanoja tai alleviivattiin tärkeimmät kohdat, jotka vastaavat tutkimuskysymyksen. Julkaisut käytiin läpi lukemalla ensin johdanto, sitten johtopäätökset ja tarvittaessa yleensä vielä muu teoria näiden välistä. Oletus oli, että 25 julkaisusta löytyy vielä toisen käden lähteitä, joita voidaan hyödyntää tuloksissa ja johtopäätöksissä. Näiden tuloksien pohjalta pystyttiin jatkamaan mallin 7. kohtaan eli tulosten syntetisointiin. Syntetisointi tapahtui siten, että muistiinpanoista ja alleviivatuista

kohdista yhdisteltiin samoihin asioihin liittyviä huomioita. Esimerkiksi eri termit kategorisoitiin, jolloin näistä kerätyt huomiot olivat selkeästi näkyvillä ja pystyttiin havaitsemaan kokonaiskuva. Jokaisen omaisuustiedon hallintaan liittyvän termin alle kerättiin tietoa eri lähteistä. Varsinaisen määritelmän muodostaminen syntyi syntetisoimalla omaisuustiedon hallinnan ympärillä olevien termien yhteyksiä ja niitä yhdistäviä teemoja.

Koska aineisto ei ole yksinomaan omaisuustietoon liittyvää, piti lisäksi etsiä määritelmää varten omaisuustiedosta lähteitä. Kun Google Scholariin kirjoitettiin ”What is asset information management”, löytyi erityisen sopiva tutkimus. Tämä tutkimus on Ouertani et. al. (2008) tekemä kirjallisuustutkimus, jossa käsitellään omaisuudenhallintaa, omaisuuden elinkaaren hallintaa, omaisuustiedon hallintaa sekä teknologioita ja monitorointitekniikoita omaisuustiedon keräämiseksi. Tämä tutkimus sopii erityisen hyvin tämän tutkimuksen lähteeksi, koska se on yksi harvoista artikkeleista, joka kertoo näistä asioista. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan käydä läpi monitorointitekniikoita, vaikka ne sopivat hyvin omaisuustiedon hallinnan alueelle. Ne avaavat täysin uuden tutkimusaiheen seuraaville tutkimuksille. Tärkeimpiä löydöksiä aineistossa olivat lisäksi artikkelit, jotka kertoivat tarkasti eri omaisuustiedon hallintaan liittyvistä asioista kuten tietomallinnuksesta (BIM) ja älykkästä omaisuudesta (SAM). Esimerkkejä näistä lähteistä ovat Munir et al. (2019A) ja Nel & Jooste (2016).

4.2 Haastattelututkimus ja aineisto

ProDigial -tutkimusohjelmassa suoritetaan laaja haastattelututkimus infra-alalla työskenteleville sekä julkisella että yksityisellä sektorilla. Tämän päätavoitteena on omaisuustiedon hallinnan nykytilan selvittäminen ja tavoitetilan määrittely infra-alalla. Haastattelututkimuksella kerätään tietoa ja käsitystä omaisuustiedon hallinnan ymmärryksen tasosta osapuolien kuten tilaajan, hankkeen toimittajan ja järjestelmätoimittajan näkökulmasta. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan keskitytä eri osapuolien rooleihin tai ymmärryksen tasoon tutkitusta käsitteestä. Hanke on edelleen tämän työn valmistuessa käynnissä, joten tähän työhön otetaan mukaan vain jo tehdyt 11 haastattelua, joihin myös tämän työn tekijä osallistui. Haastattelut olivat sekä ryhmähaastatteluja että yksittäisten henkilöiden haastatteluja. Täten vastaajia oli 11 organisaatiosta yhteensä 31 henkilöä.

Haastattelututkimuksessa haastateltiin suomalaisia kaupunkeja sekä erilaisia yrityksiä, jotka ovat yhteydessä infra-alaan. Yrityksiä oli suunnittelu-, rakennus- ja

kunnossapitovaiheesta, joten heiltä saatiin laaja kokonaisuus vastauksia. Haastateltavat olivat kokeneita infra-alan ammattilaisia, erilaisten projektien parissa työskenteleviä johtajia tai asiantuntijoita. Osalla oli suoraan kokemusta omaisuudenhallinnasta, mutta joillekin omaisuudenhallinta ei ollut työkuvan pääasia.

Tutkimuksen haastattelut olivat puolistrukturoituja (Kallio et al. 2016) haastatteluja. Haastatteluista analysoitiin omaisuustiedon hallinnan teeman alle menevät vastaukset. Puolistrukturoitu tapa haastatella mahdollisti sen, että haastatteluissa muistiinpanoja tehtäessä valmiin kysymyspohjan kysymyksen alle kirjattiin vastauksia aina, kun siihen liittyvästä teemasta keskusteltiin. Tässä työssä siten analysoitiin vastaukset kysymykseen: ”Miten ymmärrät omaisuustiedon ja sen hallinnan?” Tämä on olennaisin kysymys tämän tutkimuksen kannalta. Tämän teeman kysymyksen alle menevät vastaukset ovat aineistona toiseen alatutkimuskysymykseen liittyen omaisuustiedon hallinnan käytäntöön.

Vastaukset poimittiin haastatteluiden aikana tehdyistä muistiinpanoista ja videotallenteista ja siirrettiin Exceliin jokaisen osallistuvan organisaation alle. Tämän jälkeen mukailtiin sisältöanalyysiä (Hsieh & Shannon 2005) siten, että vastauksista poimittiin kaikki olennaiset huomiot ja niistä muodostettiin omaisuustietoa ja sen hallintaa kuvaavat teemat. Olennaisiksi huomioiksi laskettiin kaikki sellaiset, jotka olivat selkeitä vastauksia juuri tähän kysymykseen. Lähtökohtaisesti kaikki vastauksista otetut huomiot olivat olennaisia. Laadullinen aineisto koostui 11 organisaatiosta saaduista 38 huomioista. Seuraavaksi huomiot teemoiteltiin ja kvantifioitiin, minkä jälkeen tulokset kirjoitettiin tekstimuotoon. Teemat muodostuivat siten, että samankaltaisia huomioita laitettiin allekkain, jolloin syntyi teemoja kuten paikkatieto, kuntotieto tai ennustaminen. Huomiot olivat yleensä lauseen mittaisia ja kertoivat vastaajan näkemyksen asiaan. Vastausten välillä oli suurtakin vaihtelua eri organisaatioiden välillä. Jotkut vastaukset sisälsivät esimerkiksi yhden huomion omaisuustiedon hallinnasta, kun taas toiset osasivat määritellä laajemmin muutamalla huomiolla tämän käsitteen. Analysoiduista huomioista luotiin alustava määritelmä, joka kuvaa infra-alan käytännön tietämystä omaisuustiedon hallinnasta

Analysointi jatkui lopulta siihen, että yhdisteltiin ja vertailtiin kirjallisuudesta ja käytännöstä löytyneitä tietoja. Tämä tapahtui siten, että otettiin huomioita kirjallisuudesta ja käytännöstä luoduista alustavista määritelmistä ja pohdittiin, mikä niissä on eroavaa ja samankaltaista toisiinsa nähden. Samalla pidettiin mielessä oikeat tulokset molemmista tutkimusmenetelmistä, ettei tapahtunut niin, että vertailu olisi vain tiivistelmien tiivistämistä. Lopullinen määritelmä siten syntyi tämän vertailun kautta.

5. TULOKSET

Tulokset tarjoavat ymmärrystä omaisuustiedon hallinnan käsitteestä. Omaisuustiedon hallinnan määrittelyn merkitys on siinä, että sen avulla luodaan tietoa tästä käsitteestä infra-alalle. Tämä on tarpeellista, koska omaisuustiedon hallinta ei ole vielä yleisesti tunnettu käsite ja tämän tarve liiketoiminnassa on kasvava digitalisaation myötä.

Ensimmäisessä alaluvussa esitellään kirjallisuuskatsauksen rajaukset sekä tulokset, jotka vastaavat ensimmäiseen alatutkimuskysymykseen liittyen kirjallisuudesta löytyneeseen ymmärrykseen omaisuustiedon hallinnasta. Alaluvun 5.1 lopussa esitetään omaisuustiedon hallinnan alustava määritelmä kirjallisuuden pohjalta. Toisessa alaluvussa esitetään tulokset liittyen haastattelututkimuksen kysymyksen analyysiin, ja vastataan näin toiseen alatutkimuskysymykseen omaisuustiedon käytännön ymmärrykseen. Alaluvun 5.2 lopussa esitetään alustava määritelmä omaisuustiedon hallinnasta käytännön ymmärryksen pohjalta infra-alalla. Tämän luvun lopussa, alaluvussa 5.3, esitetään lopullinen määritelmä omaisuustiedon hallinnasta infra-alalla.

5.1 Omaisuustiedon hallinnan ymmärrys kirjallisuudessa

Tarkoituksena oli löytää suoraan omaisuustiedon hallinnan käsitteeseen liittyvää tietoa, sekä sen ympäriltä yleiskuvaa aiheesta. Useiden tutkimusten tulokset liittyivät kuitenkin vain infrahankkeen elinkaaren yhteen vaiheeseen tai organisaation strategiaan omaisuudenhallinnan näkökulmasta. Myös erilaiset julkaisut liittyen liiketoimintaprosesseihin rajattiin pois analyysistä, koska tarkoitus on tutkia omaisuustiedon hallintaa eikä liiketoiminnallisia syy-seuraussuhteita. Isoin kokonaisuus, joka rajattiin pois näistä tuloksista, oli monitorointitekniikat omaisuustiedon hallintaan liittyen. Vaikka monitorointi on keskeinen osa omaisuustiedon hallintaa, koska sillä voidaan esimerkiksi paikantaa omaisuus ja kerätä dataa omaisuuden kunnosta, se on aiheena liian suuri monien eri teknologioiden takia. Tuloksista jätettiin viimeisenä pois ne julkaisut, jotka käsitelivät eri omaisuustiedon tai tiedonhallinnan kannattavuuslaskelmia, koska ne ovat jälleen oma erillinen kokonaisuutensa. Täten tulokset keskittyvät vain omaisuustiedon hallinnan määrittelemiseen infra-alalla.

5.1.1 Termit omaisuustiedon hallintaan liittyen

Esitellään kirjallisuudesta löytynyt termistö omaisuustiedon hallinnan ympärillä. Omaisuustiedon hallintaa terminä on käytetty vasta vähän, mutta siitä löytyy kuitenkin tietoa jonkin verran. Kuten johdannossa kerrottiin, termejä on monia omaisuustiedon hallinnan ympärillä, joten on tärkeää esitellä kirjallisuudessa esiintyvät termit sen ympäriltä. Tässä alaluvussa esitellään seitsemän omaisuustiedon hallintaan liittyvää termiä.

Asset information management (AIM) on lähimpänä oleva termi omaisuustiedon hallinnasta löytyneen kirjallisuuden perusteella. Sen suomennos onkin omaisuustiedon hallinta. AIM:ssa on kyse omaisuutta koskevan informaation tuntemisesta ja sen käyttämisestä päätöksentekotilanteissa. Omaisuustieto on erityisen tärkeää organisaatioille, koska sen avulla voidaan hallita omaisuutta tiedolla ja tuottaa tuotteita ja palveluita asiakkaille. (Ouertani et al. 2008) Vaikka AIM onkin lähimpänä omaisuustiedon hallintaa, siitä ei löydy tietoa paljoa. AIM mainitaan vain joissakin kohdissa puhuttaessa muista termeistä kuten BIM tai SAM.

Toinen termi on **Building information modelling** (BIM) eli rakennustiedon mallinnus. Se on tietomallinnusta, jossa käytetään teknologiaa infrahankkeen parissa työskentelevien yhteistyön ja kommunikoinnin parantamiseksi sekä yleisen dokumentoinnin hallitsemiseksi (Latiffi et al. 2014). Lisäksi se yhdistää 3D digitaalista teknologiaa, arkkitehtuuriin liittyvää teknologiaa ja informaatioteknologiaa integroimaan ja luomaan tietokannan, joka auttaa kaikkia rakennustyöprojektin parissa työskenteleviä tekemään parempaa yhteistyötä (Liu et al. 2019). Suurin osa tuloksista hauissa johti BIM:n ympärille. BIM parantaa tiedon tarkkuutta ja hallinnointia, vähentää virheitä ja edistää paremmin tehtyjä päätöksiä aiemmassa vaiheessa. Sen avulla informaatiota tuotetaan ja hallitaan omaisuudesta koko sen elinkaaren läpi hyödyntämällä datakeskeistä mallinnusta. Kokonaisuudessaan se parantaa elinkaaren vaiheiden prosesseja omaisuuden toimivuuden ja tehokkuuden kautta. (Love et al. 2013) Valdepenas et al. (2020) mukaan BIM:n käyttäminen vähentää kustannuksia, efektiivisempää rakentamista ja parantaa yhteistyökykyä projektin eri toimijoiden välillä. Lisäksi he sanovat, että BIM:n käyttäminen on tärkeää koko projektin elinkaaren ajan, koska siitä on hyötyä alusta asti. Lopulta voidaan sanoa, että BIM auttaa omaisuuden parissa olevia hallitsemaan heidän omaisuusportfolioitaan tehokkaasti (Munir et al. 2019B).

Smart asset management (SAM) eli älykkään omaisuuden hallinta on seuraava esiteltävä termi. SAM:ssa pyritään muuntamaan omaisuudet sellaiseen muotoon, että ne pystyisivät itse käsittelemään informaatiota, eli tehdä omaisuudesta ”älykästä” (Nel & Jooste 2016). SAM on digitalisaation mukana tullut termi, joka mahdollistaa nykyaikaisen omaisuudenhallinnan. Älykäs omaisuus pystyy tunnistamaan, keräämään ja jakamaan tietoa sen tilasta sekä ottamaan vastaan päätöksiä sen elinkaarta koskeviin asioihin (López et al. 2011, 282). SAM tuo omaisuudenhallintaan sen lisäyksen, että omaisuus pystyy itse prosessoimaan informaatiota. Tämän informaation avulla voidaan tehdä päätöksiä koskien omaisuuden ympäristöä. SAM:n avulla voidaan myös parantaa omaisuuden toimivuutta ja käytettävyyttä keräämällä ja liittämällä luotettavaa omaisuustietoa strategiseen päätöksentekoon. Jotta nämä vaikutukset kävisivät toteen, tarvitsee SAM:n parissa työskentelevien pystyä seuraamaan omaisuutta jatkuvasti ja keräämään omaisuustietoa automatisoidusti. (Nel & Jooste 2016) SAM tarjoaa mahdollisuuden siirtää päätöksentekoa lähemmäs päätöstä koskevaa paikkaa (López et al. 2011, 282).

Seuraava termi **Asset integrity management** (myös AIM) eli omaisuuden integroinnin hallinta, tarkoittaa että integraation tuottavat ihmiset, resurssit ja prosessit ovat oikeissa paikoissa ja toimivat oikein koko infrahankkeen elinkaaren ajan (Chandima Ratnayake & Markeset 2012, 148). Rakennusprojektit tarvitsevat integroidun tavan hallita tietoa ja vaatimuksia koko elinkaaren ajaksi (Sadrinooshabadi et al. 2020). Integroitumista organisaation projekteissa voidaan saavuttaa luomalla ja käyttämällä kvantitatiivista ja kvalitatiivista tietoa omaisuudesta (Chandima Ratnayake & Markeset 2012, 148).

Viides termi on **Infrastructure asset management (IAM)** eli infrastruktuureihin liittyvän omaisuuden hallinta. IAM:ssa on ideana, että pyritään muuttamaan tavoitteet kannattaviksi tuloksiksi infran muodossa (Too 2010). Siinä huomio kiinnittyy enemmän infralaitteiden ja omaisuuden muuntamista taloudelliseksi arvoksi. Siksi IAM:ssa keskeinen asia on pitää infra-omaisuuden kunto hyvällä tasolla. (Chen & Bai 2019) IAM:ssa on kyse infraomaisuuden taloudellisen arvon pitämisestä ja kehittämisestä. Organisaatioon sijoittajat haluavat lopulta kuitenkin rahaa sijoituksistaan, joten tavoitteena infran omaisuudenhallinnassa on pitää pitkä ja hyvä taloudellinen taso omaisuudella. (Too 2010)

Viimeisenä esitellään kaksi termiä: **Asset lifecycle management** eli omaisuuden elinkaaren hallinta ja **Facility management** eli laitteiden ja laitteistojen hallinta. Molemmat esiintyvät tutkimuksessa kirjallisuudessa ja ovat enemmän yleisesti projektin ja omaisuuden elinkaaren hallintaa. Asset lifecycle management tarkoittaa aiemmin

esiteltyjen elinkaaren vaiheiden BoL, MoL ja EoL hallintaa eli näiden vaiheiden aikana tehtyjen päätöksiensä hallintaa. (Ouertani et al. 2008). Facility management tarkoittaa tuottavuuden parantamista tärkeimpien työkalujen ja palveluiden avulla liiketoiminnan kehittämiseksi (European committee of standardization, Brunet et al. (2019) mukaan). Facility management sisältää informaatiota rakennustöistä, liiketoiminnasta ja toiminnasta ylipäätään (Wijekoon et al. 2018).

5.1.2 Keskeiset teemat termeihin liittyen

Tässä kappaleessa kerrotaan termien yhteyksistä toisiinsa ja kuvataan muita keskeisiä havaintoja kirjallisuudesta. Kirjallisuuskatsauksen myötä selvisi, että AIM-strategia, BIM-tietomallinnus ja SAM-järjestelmä voivat yhdessä muodostaa pohjan omaisuustiedon hallinnan määritelmälle. Seuraavaksi kerrotaan, miten näiden termien sisältämien lähestymistapojen avulla voidaan hallita omaisuutta.

Tiedon kerääminen ja yhdisteleminen omaisuudesta sen elinkaaren aikana on kriittinen haaste. Elinkaaren eri vaiheissa (BoL, MoL, EoL) kerätty tieto on vaikea saada haltuun ja se voi helposti hävitä. Tähän tarvitaan integroitua AIM-strategiaa. Tämän strategian rakentamiseen voidaan käyttää ymmärrystä siitä datasta, jota tarvitaan päätösten tekemiseen. Kun AIM-strategia saadaan käytäntöön organisaatiossa, siitä saadaan hyötyjä sekä tuotteen tai palvelun käyttäjille että tarjoajille. Käyttäjän näkökulmasta hyöty on koko omaisuuden elinkaaren ajan toimiva palvelu tai tuote. Tarjoajan näkökulmasta hyöty on tiedon avulla ennustaminen ja täten kustannusten pienentäminen. (Ouertani et al. 2008) AIM:n avulla saadaan siis hyötyjä huolellisella omaisuustiedon keräämisellä ja hallinnalla koko elinkaaren ajan.

Omaisuustiedon siirtäminen, uudelleen käyttäminen ja päivittäminen ovat omaisuudenhallinnan vaatimuksia sen koko elinkaaren ajan. BIM antaa näille vaatimuksille vahvan alustan. Sen avulla voidaan integroida projektin keskeiset tekijät kuten aika, kustannukset, laatu ja ympäristö yhteen tietomalliin. (Wijekoon et al. 2018) BIM:ä voidaan pitää tärkeänä osana omaisuustiedon hallintaa, koska BIM antaa omaisuudenhallinnalle lisäarvoa. Arvoa tulee kuuden tason kautta: johtaminen, kaupankäynti, tehokkuus, teollisuus/toimiala, käyttäjä sekä teknologia. Jos organisaatio käyttää AIM- ja BIM-järjestelmiä, prosessin lopussa voidaan saada arvoa. (Munir et al. 2019A) BIM-alustan käyttäminen ja sen integroiminen toimintaan on hyödyllistä arvon lisääntymisen takia. BIM:n käyttäminen ja sen avulla omaisuustiedon hallinnointi parantaa omaisuustiedon hallintaa.

Tieto omaisuuden sijainnista on kriittistä omaisuudenhallinnan kannalta. Omaisuuden paikantaminen ja hallinta on tarpeellista sujuvan toiminnan luomiseksi (Friedel et al. 2014). Omaisuuden paikantamisessa pitää Ouertanin et al. (2008) mukaan tietää kolme asiaa: missä omaisuus sijaitsee nykyhetkellä, missä omaisuus oli viimeksi ja kuinka paljon tätä omaisuutta on kohteessa. Tämän seurauksena yritys ei hukkaa työtunteja omaisuuden etsimiseen ja omaisuutta pystytään siirtämään sekä keräämään ja asentamaan sujuvasti. Taloudellisten hyötyjen lisäksi omaisuuden paikantamisesta voidaan saada hyötyjä esimerkiksi asiakkaiden saaman palvelun paranemisen muodossa. (Ouertani et al. 2008) Paikkatieto parantaa myös turvallisuutta esimerkiksi tilanteessa, jossa tiedetään liikennemerkkien sijainti tarkasti työmaa-alueella. Olisi hyvä, että paikantaminen olisi automatisoitua, jolloin inhimillisten virheiden tekeminen prosessissa vähenisi (Friedel et al. 2014). Tämä parantaisi organisaation omaisuudenhallintaa ja turvallisuutta. Sujuvuuden, taloudellisten hyötyjen ja asiakkaiden saaman palvelun paraneminen ovat tavoiteltavia asioita organisaatiolle.

Uusi tapa toteuttaa AIM:a on saada omaisuus itsessään keräämään ja käsittelemään informaatiota, jolloin kyse on Smart asset managementista (López et al. 2011). Omaisuudella on aina jokin tarkoitus, joten teknologialla tätä omaisuutta voidaan päivittää älykkääksi omaisuudeksi tarkoituksessaan (Nel & Jooste 2016). Esimerkkinä voidaan käyttää liikennemerkkiä, johon pystytään etänä asettamaan symboli antamaan sääntöjä liikenneoitsijöille. Toinen esimerkki on liikennevalojärjestelmä, jossa valot itse tunnistavat julkisen liikenteen tulevan kohdalle, jolloin valot vaihtuvat sille vihreiksi. Nämä esimerkit ovat yksinkertaisia ja niissä omaisuus ei varsinaisesti anna suoraa tietoa päätöksenteon tueksi, vaan tietoa pitää analysoida. Parempi omaisuustiedon hallinta voidaan saavuttaa SAM:n avulla, jos omaisuus antaa oleellista informaatiota päätöksenteon tueksi (Nel & Jooste 2016). O'Donovan et al. (2015) mukaan älykäs rakentaminen on tulevaisuuden tapa rakentaa, jossa saadaan dataa reaaliajassa, jolloin päätöksenteko on parempaa koko toiminnassa. SAM:n avulla voidaan integroida omaisuudenhallintajärjestelmiä muihin hallintajärjestelmiin tehokkaasti. Näin tarvittavan informaation tuottaminen sitä tarvitseville auttaa parempien päätösten tekemisessä. SAM yhdistää omaisuudenhallinnan, teknologian hallinnan ja organisaation päätöksenteon erityisesti aloilla, joissa on paljon monipuolista omaisuutta. Informaation sisällyttäminen omaisuudenhallintaan on yksi pääasioista päätöksenteossa ja SAM:n toteuttamisessa. (Nel & Jooste 2016) SAM sopii näistä syistä infra-alalle hyvin parantamaan omaisuustiedon hallintaa. Sen avulla eri järjestelmien integrointi sekä tiedonhallinta muuttuvat sujuvimiksi, mikä auttaa resurssien vapautumista. Voidaan

siis päätellä, että SAM parantaa organisaation liiketoimintaa. Erityisesti omaisuus, joka kerää itse informaatiota parantaa organisaation omaisuustiedon hallintaa.

Esiteltyjen termien ja niihin liittyviin tiedonhallinnan lähestymistapojen valossa esiintyviä poikkileikkaavia teemoja ovat tiedon kerääminen ja integroiminen järjestelmiin, paikkatiedon ja muun omaisuustiedon käsitteleminen sekä näiden käyttäminen päätöksenteossa. Näitä teemoja tukevat kolme esiteltyä termiä: AIM, BIM ja SAM ovat omaisuustiedon hallinnan kannalta tärkeimmät lähestymistavat, joihin määritelmä tässä tutkitusta käsitteestä lopulta pohjautuunkin. Kuva 3 on muodostettu näiden termien ja omaisuustiedon hallinnan yhteyden korostamiseksi.



Kuva 3: Omaisuustiedon hallinta muodostuu AIM-strategian luomasta pohjasta sekä BIM- ja SAM-järjestelmien käytöstä

Kuvasta 3 nähdään, että omaisuustiedon hallinnan kokonaisuus syntyy AIM-strategiasta sekä BIM- ja SAM-järjestelmien käytöstä. AIM-strategia koskee omaisuustiedon keräämistä elinkaaren eri vaiheiden ajan (BoL, MoL, EoL). Tämä luo pohjan omaisuustiedon hallinnalle. BIM- ja SAM-järjestelmät tuovat nimenomaan infraan liittyvät, teknologiasavusteiset mahdollisuudet hallita omaisuustietoa paremmin. BIM:n avulla saadaan lisää arvoa tietomallin kautta ja SAM:n avulla voidaan hallita omaisuutta paremmin, kun omaisuus osaa itse tuottaa ja käsitellä informaatiota. Omaisuustiedon hallinta on uusi käsite, jota siis tukevat tulevaisuuden SAM-järjestelmä, tietomallinnuksen BIM-järjestelmä ja omaisuustiedon hallinnan AIM-strategia. Nämä termit sekä muut edellä esitellyt teemat muodostavat yhdessä omaisuustiedon hallinnan

kokonaisuuden. **Omaisuuustiedon hallinta voidaan määritellä tutkitun kirjallisuuden pohjalta strategiaan pohjautuvaksi toiminnaksi, jossa kerätään, käsitellään ja käytetään omaisuutta koskevaa tietoa päätöksentekotilanteita varten. Tämä omaisuustieto sisältää infra-alalla kaiken olennaisen omaisuutta ja sen ympäristöä koskevan tiedon eli paikka-, kunto- ja tilatiedon. Omaisuuustiedon hallinta infra-alalla sisältää toiminnallisia strategioita, tietomallinnusta ja informaatiota käsittelevän teknologian käyttämistä.**

5.2 Omaisuuustiedon hallinnan ymmärrys käytännössä

Haastatteluista otetaan tähän tutkimukseen mukaan vain omaisuustiedon ymmärrystasoa koskevan teeman alta kysymys: ”Miten ymmärrät omaisuustiedon ja sen hallinnan?” Tähän kysymykseen vastattiin hyvin erilaisilla vastauksilla ja näkökulmilla. Osa haastatteluista kertoi konkreettisia toimia, joita halutaan omaisuustiedon hallinnan avulla ja osa sen sijaan antoi kokonaiskuvaa heidän ymmärryksestään tästä termistä. Vastauksille antaa painoarvoa vastaajien pitkä kokemus infra-alalta ja tietämys käytännön omaisuustiedon hallinnasta. Kuva 4 näyttää vastausten analysoidut määrät erilaisissa kategorioissa.



Kuva 4: Yleisimpien vastausten sisältämien huomioiden määrät ja kategoriat (11 haastattelua, 31 haastateltavaa, yhteensä 38 huomiota)

Nämä kategoriat on valittu ja huomiot haastatteluista luokiteltu sen perusteella, esiintyivätkö ne vastauksissa vähintään kahdella eri haastateltavalla organisaatiolla. Eniten tähän kysymykseen vastattiin omaisuustiedon hallinnan olevan tiedon siirtämistä ja tiedonhallintaa. Tämä vastaus ei sinänsä kerro omaisuustiedon hallinnasta vielä tarkemmin mitään konkreettista. Se kuitenkin kertoo, että omaisuustiedonhallinta on

infra-alan asiantuntijoiden mielestä osa tiedonhallintaa ja tavallaan myös melko laaja käsite. Seuraavaksi eniten mainittiin, että omaisuustiedon hallinta on osa omaisuudenhallintaa. Toisaalta yksi haastatelluista sanoi näiden välillä olevan selkeä ero. Täten huomataan, että vastaajilla oli erilaisia käsityksiä omaisuustiedon hallinnasta. Kolmanneksi eniten mainittiin paikkatiedon merkityksestä omaisuustiedon hallinnassa. Tällä tarkoitettiin aina omaisuuden sijainnin tietämistä. Tämän jälkeen loput asiat mainittiin kaksi kertaa. Toisaalta kustannusten hallinta ja ennustaminen liittyvät toisiinsa. Ennustaminen liittyy myös paljon muihin teemoihin, mutta erikseen ennustamisesta puhuttiin vain kahdessa haastatteluvastauksessa.

Nostetaan seuraavaksi yksittäisiä huomioita esille eri vastauksista (kuva 4, muut huomiot, 13 kpl). Suurin osa näistä vastauksista oli hyvin laajasta näkökulmasta ajateltu. Esimerkiksi kerrottiin, että *"omaisuustietoon sisältyy kaikki tiedot, jotka liittyvät omaisuudenhallintaan"* (vesihuollon henkilöstöä, yritys, kokemus alalta n. 20 vuotta). Tässä haluttiin korostaa nimenomaan olennaisuutta tiedossa. Lisäksi kerrottiin, että omaisuustiedon hallinnassa pitää *"ymmärtää omaisuushierarkia ja kokonaisuus"* organisaation omaisuuksista (projektipäällikkö, kaupunki, kokemus alalta n. 15 vuotta). Tällä tarkoitettiin kriittisimpien omaisuuksien tunnistamista omaisuuden yleiskuvan tuntemista. Lisäksi huomioita olivat seuraavat: *"Omaisuustiedolla pidetään koko infra ja infra-omaisuus kasassa"* (tutkimuspäällikkö, yritys, kokemus alalta 15+ vuotta), omaisuustieto on *"strategisen tason pohdintaa"* ja *"sen kautta pohditaan taktista ja operatiivista tasoa"* (projektipäällikkö, kaupunki, kokemus alalta n.15 vuotta), omaisuustieto on *"keskeinen tuotannon tekijä, jolla omaisuuden arvo voidaan mitata"* (tutkimuspäällikkö, yritys, kokemus alalta 15+ vuotta), omaisuustiedon hallinta koskettaa *"kaikkeaa omaisuutta, mihin kaupunki on investoinut"* (insinööri, kaupunki, kokemus alalta n.30 vuotta), omaisuustiedon hallinta on *"datojen yhdistämistä"* (valtion virasto, johtohenkilö, kokemus alalta 10+ vuotta).

Näistä käytännön huomioista pystytään muodostamaan omaisuustiedon hallinnan määritelmä. **Omaisuustiedon hallinta on infra-alan käytännön ymmärryksen perusteella omaisuutta koskevan tiedon hallintaa ja siirtämistä operatiivisen, taktisen ja strategisen tason pohdinnan tueksi. Lisäksi se on infra-alan ammattilaisten mukaan osa omaisuudenhallintaa ja sitä voidaan ajatella tietomallinnuksena. Omaisuustieto infra-alalla sisältää kaikkea olennaista tietoa, kuten paikkatietoa tai kuntotietoa siitä omaisuudesta, johon organisaatio on jotenkin kytköksissä. Omaisuustiedon hallinta on myös tulevan ennustamista ja kustannusten hallintaa.**

5.3 Omaisuuustiedon hallinnan määritelmien yhdistäminen

Luvussa 3 kerrottiin, että päätöksiä tehdään usein liian vähäisellä tiedolla infrahankkeen elinkaaren aikana ja ongelmia ei ennakoida riittävästi (Seppänen et al. 2020). Analyysin avulla huomattiin, että AIM-strategialla voidaan parantaa tiedon keräämistä elinkaaren vaiheissa. Kerrottiin myös, että väärinkäsitykset datassa, tiedon määrä ja taso sekä datan muuttaminen projektin elinkaaren aikana tuottavat ongelmia infra-alalla (Sadrinooshabadi et al. 2020). BIM antaa tähän ongelmaan osaratkaisun, sillä BIM-tietomallinnuksen antama alusta auttaa tiedon käsittelemisessä (Wijekoon et al. 2018). Näihin ongelmiin SAM antaisi myös apua, sillä itse informaatiota keräävä omaisuus antaisi virheettömämpää dataa. Lisäksi huomattiin, että epätarkka tiedon jakaminen ja epäselvät tarpeiden määrittelyt ovat ongelmana infra-alalla (Jang & Collinge 2020). Omaisuuustiedon hallinnan käsitteen ymmärtäminen voi jo auttaa näihin ongelmiin analyysin perusteella. Omaisuuustiedon hallinnan määritelmä pystyy auttamaan näiden ongelmien ratkaisemisessa antamalla ymmärrystä omaisuustiedon hallinnan sisältämistä tekijöistä.

Käytännön määritelmä ja kirjallisuuden määritelmä ovat pääpiirteiltään hyvin samankaltaisia. Niissä on kuitenkin joitakin pieniä eroja. Esimerkiksi käytännön määritelmässä omaisuustiedon hallinta on omaisuutta koskevan tiedon hallintaa ja siirtämistä operatiivisen, taktisen ja strategisen tason pohdinnan tueksi. Kirjallisuuden määritelmässä sen sijaan omaisuustiedon hallinta on tiedon keräämistä, käsittelemistä ja käyttämistä päätöksentekotilanteiden avuksi. Vaikka hallinta ja siirtäminen tarkoittavat melkein samaa asiaa kuin kerääminen, käsitteleminen ja käyttäminen, voidaan ajatella, että tämän kohdan perusteella kirjallisuuden määritelmä on laajempi ja tarkennettu nimenomaan päätöksentekotilanteiden avuksi. Toisaalta käytännön määritelmän lopussa omaisuustiedon hallinnan sanotaan olevan ennustamista ja kustannusten hallintaa, joka on myös tavallaan päätöksentekotilanteita tuettavaa toimintaa. Myös operatiivisen, taktisen ja strategisen tason pohdinta voidaan lukea päätöksentekotilanteisiin. Käytännön määritelmän mukaan omaisuustiedon hallinta on osa omaisuudenhallintaa, mutta kirjallisuuden määritelmässä sitä ei erikseen sanota. Monet kirjallisuuden tuloksissa esitellyt lähteet kuitenkin kertoivat omaisuudenhallinnasta ja kuinka siinä hyödynnetään tietoa (Ouertani et al. 2008; Nel & Jooste 2016; Brunet et al. 2019; Munir et al. 2019B) Tämä tarkoittaa, että epäsuorasti voidaan ymmärtää omaisuustiedon hallinnan olevan osa omaisuudenhallintaa myös kirjallisuuden perusteella. Kokonaiskuvassa omaisuudenhallinta on taas osa tiedonhallintaa.

Molemmissa määritelmässä kerrotaan omaisuustiedon sisältö. Kirjallisuuden määritelmässä se sisältää kaiken omaisuutta ja sen ympäristöä koskevan tiedon eli paikka-, kunto- ja tilatiedon. Käytännön määritelmässä sen sijaan se sisältää kaiken olennaisen tiedon, kuten paikka- ja kuntotiedon siitä omaisuudesta, johon organisaatio on kytköksissä eli esimerkiksi on investoinut. Vaikka käytännön määritelmä tarkoittaa omaisuustiedon siihen omaisuuteen, johon organisaatio on kytköksissä, on kirjallisuuden määritelmä samalla kannalla, sillä omaisuuden määritelmä kattaa saman asian. Kirjallisuuden määritelmässä on myös lisänä tilatieto. Tämä on hyvin laaja määrä tietoa, joten tämän osalta kirjallisuuden määritelmä on laajempi. Tilatieto voi tarkoittaa esimerkiksi yleisesti sitä, mitä omaisuus on, ja mitä sillä voidaan tehdä milläkin hetkellä. Viimeisenä huomiona kirjallisuuden määritelmässä omaisuustiedon hallinta infra-alalla sisältää toiminnallisia strategioita, tietomallinnusta ja informaatiota käsittelevän teknologian käyttämistä. Käytännön määritelmässä mainitaan myös tietomallinnus, mutta ei erikseen toiminnallisia strategioita tai informaatiota käsittelevän teknologian käyttämistä. Tässä kohdassa käytännön määritelmä jää siis suppeammaksi.

Kirjallisuudesta ja haastatteluista nousseiden kahden määritelmän vertailun ja yhdistelyn pohjalta voidaan luoda yksi määritelmä omaisuustiedon hallinnalle ja sen merkitykselle infra-alalla:

Omaisuustiedon hallinta infra-alalla on tiedon keräämistä, hallintaa, siirtämistä ja käyttämistä omaisuutta koskevien päätöksentekotilanteiden sekä operatiivisen, taktisen ja strategisen tason pohdinnan avuksi. Omaisuustieto infra-alalla sisältää kaiken olennaisen tiedon eli paikka-, kunto- ja tilatiedon organisaation omaisuudesta ja omaisuuden ympäristöstä. Omaisuustiedon hallinta on osa omaisuudenhallintaa ja se sisältää toiminnallisia strategioita, tietomallinnusta ja informaatiota käsittelevän teknologian käyttämistä. Näitä toimintoja voidaan käyttää ennustamiseen ja kustannusten hallintaan liiketoiminnan kehittämiseksi.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä luvussa korostetaan tärkeimpiä huomioita tutkimuksen tuloksista sekä tehdään johtopäätökset tuloksista. Lisäksi arvioidaan tehtyä työtä ja sen toteutusta, mukaan lukien tutkimuksen rajoitteita. Lopuksi annetaan ehdotuksia jatkotutkimukselle.

6.1 Keskeiset tulokset

Tässä työssä tutkittiin omaisuustiedon hallinnan ymmärrystä infra-alalla ja luotiin tälle käsitteelle määritelmä. Kirjallisuudesta etsittiin kirjallisuuskatsauksen avulla, mitä termejä esiintyy omaisuustiedon hallinnan käsitteen ympärillä. Näiden termien pohjalta pystyttiin luomaan määritelmä omaisuustiedon hallinnalle. Toisena tutkimusmenetelmänä omaisuustiedon hallinnan ymmärrystä tutkittiin analysoimalla ProDigital-tutkimusohjelman haastattelututkimuksessa kerättyjä vastauksia omaisuustiedon hallinnan teemasta, jossa vastattiin kysymykseen: ”Miten ymmärrät omaisuustiedon ja sen hallinnan?” Tämän analyysin pohjalta luotiin käytännön toimijoiden näkemysten pohjalta toinen määritelmä omaisuuden hallinnalle. Lopulta näitä tuloksia vertailtiin ja luotiin yksi synteesimääritelmä omaisuustiedon hallinnalle luvussa 5.3.

Keskeisiä huomioita tuloksissa olivat AIM-strategian sekä BIM- ja SAM-järjestelmien tekijät. Integroitua AIM-strategiaa tarvitaan, jotta voidaan saada luotua strateginen pohja suunnitelmallisen omaisuustiedon keräämiselle ja hallinnalle koko infran elinkaaren ajalle. BIM-alusta auttaa tämän kerätyn omaisuustiedon siirtämisessä, uudelleen käyttämisessä ja päivittämisessä. Omaisuustiedon hallintaa voidaan parantaa älykästä teknologiaa hyödyntävän SAM-järjestelmän avulla integroimalla omaisuutta, joka pystyy itse keräämään ja analysoimaan informaatiota.

Luotu määritelmä on kattava kuvaus omaisuushallinnan keskeisistä osa-alueista sekä sen käyttötarkoituksista. Määritelmän kattavuus syntyy siitä, että määritelmässä kerrotaan mitä omaisuustieto sisältää, mitä omaisuustiedon hallinta on ja mihin sitä voidaan käyttää. Omaisuustiedon hallinnan määrittelemine on tärkeää, sillä sen ymmärrys ja toteutus infra-alalla on usein heikkoa vielä nykypäivänäkin. Tässä työssä muodostettu omaisuustiedon hallinnan määritelmä antaa selkeän kuvan sen tarkoituksesta ja sisällöstä. Tulokset siis täydentävät aiempaa tutkimusta (esim. Ouertani et al. (2008), Nel & Jooste (2016) ja Munir et al. (2019A)) täsmentämällä alan

käsitteistöä. Tämä tutkimus toi selvää täsmennystä omaisuustiedon hallinnan käsitteen ymmärtämiseen. Tämän tutkimuksen tarjoama määritelmä omaisuustiedon hallinnasta on ainutlaatuinen aiempiin tutkimuksiin verrattuna.

Työn tuloksena syntyneitä määritelmiä voidaan hyödyntää akateemisessa jatkotutkimuksessa sekä käytännössä. Määritelmiä voivat hyödyntää kaikki omaisuustiedon hallinnan parissa infra-alalla työskentelevät. Lisäksi tämä määritelmä on hyödyllinen kaikille organisaatioille, joilla on paljon omaisuutta tai arvokasta omaisuutta. Määritelmän hyödyntämisen merkitys on erityisesti tietoisuuden lisäämisessä, mutta se voi näkyä käsitteen ymmärtämisen jälkeen konkreettisesti organisaation liiketoiminnan kehittämisessä omaisuustiedon hallinnan osalta.

6.2 Tutkimuksen arviointi ja jatkotutkimusehdotukset

Tutkimus kokonaisuudessaan oli 2.5 kuukauden pituinen projekti, joka eteni tasaista vauhtia. Vaikeuksia oli eniten kirjallisuusaineiston keräämisessä, sillä aiheesta ei löytynyt täysin omaisuustiedon hallintaa kuvaavia artikkeleita. Tutkimuskysymysten luominen oli myös haasteellista, koska aihe on uusi, eikä siitä ollut työn tekijälläkään vielä tietoa ennestään. Työn lopussa omaisuustiedon hallinnan määrittelemisen oli yllättävän helppoa, koska tähän mennessä tekijä oli tutustunut jo erittäin hyvin aiheeseen ja sen ympärillä esiintyvistä termeistä oli kertynyt syvällistä ymmärrystä.

Luotettavuutta eli reliabiliteettiä tähän tutkimukseen saatiin kahden menetelmän triangulaatiosta eli yhdistelemisestä sekä kirjallisuuskatsauksen systemaattisesta prosessista (Noble & Smith 2015). Pätevyyttä eli validiteettiä tutkimukseen saatiin kirjallisuuskatsauksen laajuuden huolellisella määrittelyllä, mukaan lukien rajaukset, jotka esitettiin kohdan 5.1. alussa. Lisäksi hakutermin iterointi ja analyysin systemaattisuus lisäsivät luotettavuutta tässä tutkimuksessa. (Brown 2006)

Kirjallisuuden ja käytännön pohjalta annetut kaksi määritelmää olivat yllättävän samanlaisia. Haastatteluissa oli vain vähän (yhteensä 11 organisaatiota) osallistujia. On tärkeää huomioida, että yksittäiset vastaukset saattoivat olla hyvinkin yksinkertaisia eikä niissä huomioitu kaikkia omaisuustiedon hallinnan näkökulmia. Oli myös mielenkiintoista havaita, että eri organisaatioiden välillä oli suuria eroja omaisuustiedon hallinnan käsitteen ymmärtämisessä. Osalla oli omaisuustiedon hallinnan toteutus pitkälti kunnossa, ja osa ei ollut pohtinut asiaa erottuvana käsitteenä omaisuudenhallinnasta. Kun monen organisaation eri vastaukset yhdistettiin yhdeksi määritelmäksi, saatiin kuitenkin hyvä määritelmä käsitteelle. Tästä huolimatta voidaan katsoa, että

omaisuustiedon hallintaa ei ole kattavasti ymmärretty yksittäisten vastausten perusteella. Tähän ongelmaan tämä tutkimus tuo osaratkaisun.

Kirjallisuuskatsaus kattoi kansainvälistä kirjallisuutta, mutta tutkimuksen haastatteluosuuteen osallistuneet organisaatiot toimivat nimenomaan Suomessa. Tämän vuoksi tutkimuksen käytännön osuuden validiteetti ei ole kovin vahva kulttuurisesta näkökulmasta. Toisaalta voidaan kuitenkin ajatella, että omaisuustiedon hallinta käsitteenä ei ole kovin vahvasti kytköksissä kulttuuriin, ja lisäksi ProDigital-ohjelman näkökulmasta suomalainen fokus on ohjelman tässä vaiheessa riittävä.

Vaikka tiedetään, että tietoa omaisuudesta on hyödynnetty tuhansia vuosia ihmisten keskuudessa jossakin muodossa, omaisuustiedon hallinnasta tai edes omaisuustiedosta oli vaikea löytää formaaleja määritelmiä. Tämä aiheutti sen, että ei pystytty vertailemaan varsinaisesti tutkimuksen jälkeen olevaa määritelmää aiempiin määritelmiin tai ymmärrykseen käsitteestä.

Jatkotutkimuskohteita ovat omaisuuden monitorointitekniikat, digitaalinen kaksonen, elinkaaren eri vaiheiden aikainen omaisuustiedon hallinta ja omaisuustiedon hallinnan historian tutkiminen. Monitorointitekniikoista puhuttiin monessa artikkelissa, sillä monitorointi ja sitä kautta tiedon kerääminen jatkuu koko elinkaaren ajan. Nykyään on myös monia monitorointitekniikoita, joissa hyödynnetään esimerkiksi tekoälyä. Uudet monitorointitekniikat mahdollistavat informaation visualisoinnin reaaliajassa käyttämällä erilaisia sensoreita esimerkiksi kaduilla (Chamoso et al. 2018). Virtuaalisia malleja datasta ei ole käytössä vielä juurikaan, ja viime vuosien aikana kiinnostusta on herättänyt digitaalinen kaksonen -teknologia (digital twin), joka ikään kuin yhdistää fyysisten ja virtuaalisen maailman (Tao et al. 2019). Digitaalinen kaksonen tarkoittaa oikean maailman peilaamista virtuaaliseen muotoon. Tämän avulla voidaan tukea infran hallintaa esimerkiksi suunnittelu- ja rakennusvaiheiden välillä. (Schleich et al. 2017) Uusien teknologioiden käyttämisen lisäksi elinkaaren eri vaiheiden aikana toteutuva omaisuustiedon hallinta tarvitsisi syvempää tutkimusta. Olisi kiinnostavaa tutkia, miten suunnittelu-, rakennus-, käyttö- tai kunnossapitovaiheessa toteutettava omaisuustiedon hallinta voidaan kehittää parhaiten sekä käyttäjien että tuottajien näkökulmista. Nämä aiheet ovat myös kytköksissä toisiinsa. Viimeisenä suurena kokonaisuutena oleva jatkotutkimusehdotus on omaisuustiedon hallinnan käsitteen historian tutkiminen. Olisi tärkeä selvittää, milloin tätä käsitettä on alettu käyttää ja miten se on muokkautunut ihmiskunnan kehittyessä. Tätä varten tarvitsisi tehdä laaja monialainen kirjallisuuskatsaus, jotta voidaan löytää merkkejä käsitteen käytön synnystä ja kehitymisestä.

LÄHTEET

- Al-Kasasbeh, M., Abudayyeh, O. & Liu, H. (2020) A unified work breakdown structure-based framework for building asset management. *Journal of facilities management*, 18(4), pp. 437-450.
- Baldwin, J. R., & Dixon, J. (2008) *Infrastructure capital: What is it? where is it? how much of it is there?* Statistics Canada, Catalogue no. 15-206-X — No. 016. ISBN 978-0-662-47645-0.
- Black, A., Muddiman, D. & Plant, H. (2007) *The early information society information management in Britain before the computer*. Aldershot, England, Ashgate.
- Bouthillier, F. & Shearer, K. (2002) Understanding knowledge management and information management: the need for an empirical perspective. *Information research*, 8(1), pp. 8-1.
- Brown, R. B. (2006) *Doing your dissertation in business and management*. London, SAGE.
- Brunet, M., Motamedi, A., Guénette, L. & Forgues, D. (2019) Analysis of BIM use for asset management in three public organizations in Québec, Canada. *Built Environment Project and Asset Management*, 9(1), pp. 153-167.
- Buhr, W. (2003) What is infrastructure? *Volkswirtschaftliche Diskussionsbeiträge*. Saatavilla [www.muodossa: http://hdl.handle.net/10419/83199](http://hdl.handle.net/10419/83199) (Luettu 2.8.2021)
- Chamoso, P., González-Briones, A., Rodríguez, S. & Corchado, J. M. (2018) Tendencies of technologies and platforms in smart cities: A state-of-the-art review. *Wireless communications and mobile computing*, Article 3086854, pp. 1-17.
- Chandima Ratnayake, R. M. & Markeset, T. (2012) Asset integrity management for sustainable industrial operations: Measuring the performance. *International journal of sustainable engineering*, 5(2), pp. 145-158.
- Chen, L. & Bai, Q. (2019) Optimization in decision making in infrastructure asset management: A review. *Applied sciences*, 9(7), 1380.
- Fink, A. (2014) *Conducting research literature reviews: From the internet to the paper*. Thousand Oaks California, SAGE.
- Freitas, R. d. C. & Freitas, M. d. C. D. (2020) Information management in lean office deployment contexts. *International journal of lean six sigma*, 11(6), pp. 1161-1192.
- Friedel, R., Figuerola, O., Kalva, H. & Furht, B. (2014) Asset identification using image descriptors. *Multimedia tools and applications*, 73(3), pp. 2201-2221.
- Guide, A. (2001) *Project management body of knowledge (pmbok® guide)*. Newtown, Pennsylvania, Project Management Institute.
- Harari, Y. N. (2011) *Sapiens: A brief history of humankind*. London, Vintage Books.
- Heinonen, S., Kasanen, P. & Walls, M. (2002) *Ekotehokas yhteiskunta - haasteita luonnon ja ihmisen systeemien yhteensovittamiselle. ympäristöklusterin kolmannen ohjelmakauden esiselvitysraportti*. Ympäristöministeriö. Saatavilla [www-muodossa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40668/SY_598.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40668/SY_598.pdf?sequence=1&isAllowed=y). (Luettu 30.7.2021)
- Hsieh, H. & Shannon, S. E. (2005) Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative health research*, 15(9), pp. 1277-1288.
- Huang, Y., Shi, Q., Zuo, J., Pena-Mora, F. & Chen, J. (2021) Research status and challenges of data-driven construction project management in the big data context. *Advances in civil engineering*, Article 6674980.

- Imatra. Hankkeet. Mikä on hanke? Saatavilla [www-muodossa: https://www.imatra.fi/hankkeet/mikä-hanke](https://www.muodossa:https://www.imatra.fi/hankkeet/mikä-hanke). (Luettu 15.8.2021)
- Jang, R. & Collinge, W. (2020) Improving BIM asset and facilities management processes: A mechanical and electrical (M&E) contractor perspective. *Journal of Building Engineering*, 32, Article 101540.
- Kallio, H., Pietilä, A., Johnson, M. & Kangasniemi, M. (2016) Systematic methodological review: Developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *Journal of advanced nursing*, 72(12), pp. 2954-2965.
- Kortelainen, H., Komonen, K., Laitinen, J., Valkokari, P. & Hanski, J. (2021) Tietämisperusteinen elinjakson hallinta. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. Saatavilla [www-muodossa: https://cris.vtt.fi/en/publications/64008372-ef82-47eb-93ed-20cec4d5f127](https://cris.vtt.fi/en/publications/64008372-ef82-47eb-93ed-20cec4d5f127). (Luettu 3.6.2021)
- Laihonen, H., Laihonen, H., Hannula, M., Helander, N., Ilvonen, I., Jussila, J., Kukko, M., Kärkkäinen, H., Lönnqvist, A., Myllärniemi, J., Pekkola, S., Virtanen, P., Vuori, V. & Yliniemi, T. (2013) Tietojohtaminen, Tampereen teknillinen yliopisto, Tietojohtamisen tutkimuskeskus Novi. Tampere, Juvenes Print.
- Latiffi, A. A., Brahim, J. & Fathi, M. S. (2014) The development of building information modeling (BIM) definition. *Applied mechanics and materials*, 567, pp. 625-630.
- Lin, S., Gao, J. & Koronios, A. (2006) The need for a data quality framework in asset management. *Australian journal of mechanical engineering*, Vol.5 (2), pp. 209-219.
- Liu, Y., Liu, X. & Zhao, L. (2019) Visualization analysis of BIM research hotspot and evolutionary trend. *IOP conference series. Earth and environmental science*, 371(2), Article 22025.
- López, T. S., Ranasinghe, D. C., Patkai, B. & McFarlane, D. (2011) Taxonomy, technology and applications of smart objects. *Information Systems Frontiers*, 13(2), pp. 281-300.
- Love, P. E. D., Simpson, I., Hill, A. & Standing, C. (2013) From justification to evaluation: Building information modeling for asset owners. *Automation in construction*, 35, pp. 208-216.
- Moteff, J. D., Copeland, C. & Fischer, J. W. (2003) Critical infrastructures: What makes an infrastructure critical? Library of Congress. Congressional Research Service. Saatavilla [www-muodossa: https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metacrs5039/](https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metacrs5039/). (Luettu 15.7.2021)
- Munir, M., Kiviniemi, A., Finnegan, S. & Jones, S. W. (2019A) BIM business value for asset owners through effective asset information management. *Facilities*, 38(3/4), pp. 181-200.
- Munir, M., Kiviniemi, A. & Jones, S. W. (2019B) Business value of integrated BIM-based asset management. *Engineering, construction, and architectural management*, 26(6), pp. 1171-1191.
- Nel, C. B. H. & Jooste, J. L. (2016) A technologically-driven asset management approach to managing physical assets - a literature review and research agenda for 'smart' asset management. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(4), pp. 50-65.
- Ni, G., Cui, Q., Sang, L., Wang, W. & Xia, D. (2018) Knowledge-sharing culture, project-team interaction, and knowledge-sharing performance among project members. *Journal of Management in Engineering*, 34(2), Article 4017065.
- Noble, H., & Smith, J. (2015) Issues of validity and reliability in qualitative research. *Evidence-based nursing*, 18(2), pp. 34-35.
- O'Donovan, P., Leahy, K., Bruton, K. & O'Sullivan, D. T.,J. (2015) An industrial big data pipeline for data-driven analytics maintenance applications in large-scale smart manufacturing facilities. *Journal of big data*, 2(1), pp. 1-26.
- Ouertani, Z. M., Mcfarlane, D. & Parlikad, A. K. (2008) Towards an approach to select an asset information management strategy. *International Journal of Computer Science and Applications*, 5(3b), pp. 25-44
- Paola Valdepeñas, María Dolores Esteban Pérez, Henche, C., Raúl Rodríguez-Escribano, Gonzalo Fernández & José-Santos López-Gutiérrez. (2020) Application of the BIM method in the

management of the maintenance in port infrastructures. *Journal of marine science and engineering*, 8(12), Article 981.

Prodigial. (2020) Tutkimusohjelma. Tampereen yliopisto. Saatavilla [www-muodossa: https://projects.tuni.fi/prodigial/](https://projects.tuni.fi/prodigial/) (Luettu 25.6.2021)

Sadrinooshabadi, S., Taheri, A., Yitmen, I. & Jongeling, R. (2020) Requirement management in a life cycle perspective based on ISO 19650-1 and CoClass as the new classification system in sweden. *Engineering Construction and Architectural Management*, ISSN: 0969-9988.

Schleich, B., Anwer, N., Mathieu, L. & Wartzack, S. (2017) Shaping the digital twin for design and production engineering. *CIRP annals*, 66(1), pp. 141-144.

Seppänen, Peltokorpi, Junnila, & Mustonen. (2020) Toimivat katuhankkeet -tutkimuksen loppuraportti. Aalto yliopisto. Saatavilla [www-muodossa: https://acris.aalto.fi/ws/portalfiles/portal/55006926/Toimivat_katuhankkeet_loppuraportti_11.3.2020.pdf](https://acris.aalto.fi/ws/portalfiles/portal/55006926/Toimivat_katuhankkeet_loppuraportti_11.3.2020.pdf). (Luettu 3.6.2021)

SFS-ISO 55000. (2014) Sfs-iso 55000. Suomen standardisoimisliitto SFS.

Tao, F., Sui, F., Liu, A., Qi, Q., Zhang, M., Song, B., Guo, Z., Lu, S. C. -. & Nee, A. Y. C. (2019) Digital twin-driven product design framework. *International Journal of Production Research*, 57(12), pp. 3935-3953.

Too, E. G. (2010) A framework for strategic infrastructure asset management. In *Definitions, Concepts and Scope of Engineering Asset Management*. London, Springer, pp. 31-62.

Wijekoon, C., Manewa, A. & Ross, A. D. (2018) Enhancing the value of facilities information management (FIM) through BIM integration. *Engineering, construction, and architectural management*, 27(4), pp. 809-824.

Willpower Information. (2002) What is "information management"?

Xia, N., Wang, X., Wang, Y., Yang, Q. & Liu, X. (2017) Lifecycle cost risk analysis for infrastructure projects with modified bayesian networks. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 15(1), pp. 79-103.

LIITE 1: KIRJALLISUUSKATSAUKSEN JULKAISUT

Alnagar, A. & Pitt, M. (2019) Lifecycle exchange for asset data (LEAD): A proposed process model for managing asset dataflow between building stakeholders using BIM open standards. *Journal of facilities management*, 17(5), pp. 385-411.

Alsyouf, I., Alsuwaidi, M., Hamdan, S. & Shamsuzzaman, M. (2021) Impact of ISO 55000 on organisational performance: Evidence from certified UAE firms. *Total quality management & business excellence*, 32(1-2), pp. 134-152.

Alwan, Z. & Gledson, B. J. (2015) Towards green building performance evaluation using asset information modelling. *Built Environment Project and Asset Management*, 5(3), pp. 290-303.

Boyes, G. A., Ellul, C. & Irwin, D. (2017) Exploring bim for operational integrated asset management – a preliminary study utilising real-world infrastructure data. *ISPRS annals of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, Vol. 4, No. 4W5, pp. 49-56

Brunet, M., Motamedi, A., Guénette, L. & Forgues, D. (2019) Analysis of BIM use for asset management in three public organizations in Québec, Canada. *Built Environment Project and Asset Management*, 9(1), pp. 153-167.

Chamoso, P., González-Briones, A., Rodríguez, S. & Corchado, J. M. (2018) Tendencies of technologies and platforms in smart cities: A state-of-the-art review. *Wireless communications and mobile computing*, Article 3086854, pp. 1-17.

Chandima Ratnayake, R. M. & Markeset, T. (2012) Asset integrity management for sustainable industrial operations: Measuring the performance. *International journal of sustainable engineering*, 5(2), pp. 145-158.

Chen, L. & Bai, Q. (2019) Optimization in decision making in infrastructure asset management: A review. *Applied sciences*, 9(7), pp. 1380.

Evans, N. & Price, J. (2014) Responsibility and accountability for information asset management (IAM) in organisations. *Electronic journal of information systems evaluation*, 17(1), pp. 113.

Freitas, R. d. C. & Freitas, M. d. C. D. (2020) Information management in lean office deployment contexts. *International journal of lean six sigma*, 11(6), pp. 1161-1192.

Friedel, R., Figuerola, O., Kalva, H. & Furht, B. (2014) Asset identification using image descriptors. *Multimedia tools and applications*, 73(3), pp. 2201-2221.

Gavrikova, E., Volkova, I. & Burda, Y. (2020) Strategic aspects of asset management: An overview of current research. *Sustainability*, 12(15), Article 5955.

Gurevich, U., Sacks, R. & Shrestha, P. (2017) BIM adoption by public facility agencies: Impacts on occupant value. *Building research and information, the international journal of research, development and demonstration*, 45(6), pp. 610-630.

Huang, Y., Shi, Q., Zuo, J., Pena-Mora, F. & Chen, J. (2021) Research status and challenges of data-driven construction project management in the big data context. *Advances in civil engineering*, Article 6674980.

Ismail, Z. B. (2020) Towards a BIM-based approach for improving maintenance performance in IBS building projects. *Engineering, construction, and architectural management*, 28(5), pp. 1468-1490.

Jang, R. & Collinge, W. (2020) Improving BIM asset and facilities management processes: A mechanical and electrical (M&E) contractor perspective. *Journal of Building Engineering*, 32, Article 101540.

Kuandee, W., Nilsook, P. & Wannapiroon, P. (2019) Asset supply chain management system-based IoT technology for higher education institutions. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 15(3), pp. 4-20.

Liu, Y., Liu, X. & Zhao, L. (2019) Visualization analysis of BIM research hotspot and evolutionary trend. *IOP conference series. Earth and environmental science*, 371(2), pp. 22025.

López, T. S., Ranasinghe, D. C., Patkai, B. & McFarlane, D. (2011) Taxonomy, technology and applications of smart objects. *Information Systems Frontiers*, 13(2), pp. 281-300.

Munir, M., Kiviniemi, A., Finnegan, S. & Jones, S. W. (2019A) BIM business value for asset owners through effective asset information management. *Facilities*, 38(3/4), pp. 181-200.

Munir, M., Kiviniemi, A. & Jones, S. W. (2019B) Business value of integrated BIM-based asset management. *Engineering, construction, and architectural management*, 26(6), pp. 1171-1191.

Nel, C. B. H. & Jooste, J. L. (2016) A technologically-driven asset management approach to managing physical assets - a literature review and research agenda for 'smart' asset management. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(4), pp. 50-65.

Paola Valdepeñas, María Dolores Esteban Pérez, Henche, C., Raúl Rodríguez-Escribano, Gonzalo Fernández, & José-Santos López-Gutiérrez. (2020) Application of the BIM method in the management of the maintenance in port infrastructures. *Journal of marine science and engineering*, 8(12), Article 981.

Sadrinooshabadi, S., Taheri, A., Yitmen, I. & Jongeling, R. (2020) Requirement management in a life cycle perspective based on ISO 19650-1 and CoClass as the new classification system in sweden. *Engineering Construction and Architectural Management*, ISSN: 0969-9988.

Wijekoon, C., Manewa, A. & Ross, A. D. (2018) Enhancing the value of facilities information management (FIM) through BIM integration. *Engineering, construction, and architectural management*, 27(4), pp. 809-824.

Lisäksi kirjallisuustutkimuksessa hyödynnetty julkaisu:

Ouertani, M., Parlikad, A. K. & McFarlane, D. C. (2008) Towards an approach to select an asset information management strategy, 5(3b), pp. 25-44.