

Hanna Pyöriä

# PROJEKTITIEDONHALLINNAN HAAS- TEET VÄYLÄHANKKEIDEN RAKENNUS- PROJEKTIN DIGITAALISESSA LUOVU- TUSAINEISTOSSA

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta  
Kandidaatintyö  
Elokuu 2020

# TIIVISTELMÄ

Hanna Pyöriä: Projektitiedonhallinnan haasteet väylähankkeiden rakennusprojektien digitaalisessa luovutusaineistossa

Construction project information management issues in the digital handover material of infrastructure projects

Kandidaatintyö

Tampereen yliopisto

Tietojohtamisen tutkinto-ohjelma

Elokuu 2020

---

Tiedonhallinta on tärkeä tuottavuutta edistävä tekijä, jonka merkitys organisaatioiden toiminnassa on kasvanut tiedon määrän räjähdysmäisen kasvun myötä. Organisaatioiden projektimuotoinen toiminta on myös nostanut projekteihin liittyvän tiedonhallinnan mielenkiintoiseksi tutkimuskohteeksi. Väylähankkeilla tarkoitetaan infra-alan tie-, rata- ja vesiväylähankkeita. Väylähankkeiden rakennusprojekteissa tiedon määrä on valtava ja tietoa liikkuu useiden tahojen, kuten tilaajan, konsulttien ja urakoitsijan, välillä, mikä aiheuttaa haasteita projektitiedonhallinnalle. Projektitiedonhallinta on suuri kokonaisuus erilaisia tiedonhallinnan prosesseja tiedon hankinnasta tiedon hyödyntämiseen. Tämän kokonaisuuden vaiheisiin liittyy erilaisia kompastuskiviä ja haasteita. Digitaalisen luovutusaineiston, eli väylähankkeen työmaan yhteydessä luovutettavan digitaalisen aineiston, kehittämisellä pyritään väylähankkeiden rakennusprojekteissa ratkaisemaan näitä tiedonhallinnan haasteita.

Tämä tutkimus toteutettiin osana väylähankkeiden rakennusprojekteja tilaavan organisaation projektitiedonhallinnan kehittämistä. Tutkimuksessa selvitettiin kohdeorganisaation keskeisimpiä projektitiedonhallinnan haasteita digitaalisessa luovutusaineistossa, jonka kehittäminen oli tutkimuksen teko hetkellä käynnissä.

Tutkimus suoritettiin monimenetelmä tutkimuksena, jossa hyödynnettiin kirjallisuuskatsausta ja haastatteluja. Kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin tiedonhallintaan ja rakennusalan projektitiedonhallintaan liittyvää kirjallisuutta. Haastatteluiden avulla hankittiin käytännönläheistä tietoa kohdeorganisaation digitaalisen luovutusaineiston projektitiedonhallinnan haasteista. Kummallakin menetelmällä hankittu aineisto yhdisteltiin tutkimuksen tuloksissa yhdeksi kokonaisuudeksi, joka kartoitti kattavasti projektitiedonhallinnan haasteita tutkitun aiheen ympärillä.

Tutkimuksen tuloksena tunnistettiin useita haasteita, jotka jakautuivat tiedonhallinnan prosessimallin eri vaiheisiin. Eräs keskeisistä projektitiedonhallinnan haasteista oli digitaalisen luovutusaineiston ohjeistusten puutteellisuus, joka on johtanut muun muassa aineiston sisällön ja laadun vaihteluun. Aineiston vaihteleva sisältö ja laatu taas johtavat tiedon hyödyntämisen haasteisiin. Keskeisiä projektitiedonhallinnan haasteita tunnistettiin lisäksi muista tiedonhallinnan prosesseista sekä yleisemmältä tasolta esimerkiksi työmenetelmien muuttamiseen liittyen. Projektitiedonhallinnan ja teknologian kehittyminen aiheuttavat merkittäviä muutoksia totuttuihin työmenetelmiin, jolloin muun muassa osaamisen puute tai menetelmien ja järjestelmien yhteensopimattomuus tuovat haasteita tiedonhallinnan prosesseihin.

Avainsanat: Projektitiedonhallinta, digitaalinen luovutusaineisto, väylähanke, tietomallinnus, haasteet.

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
2. PROJEKTITIEDONHALLINTA .....	4
2.1 Tiedonhallinta.....	4
2.2 Projektitoiminta .....	7
3. VÄYLÄHANKKEIDEN RAKENNUSPROJEKTIT .....	8
3.1 Projektitiedonhallinta väylähankkeiden rakennusprojekteissa .....	8
3.2 Väylähankkeiden rakennusprojektien digitaalinen luovutusaineisto ....	11
4. TUTKIMUSMETODOLOGIA .....	13
4.1 Tutkimusmenetelmä.....	13
4.2 Kohdeorganisaatio .....	13
4.3 Aineiston kerääminen.....	14
4.4 Aineiston analysointi .....	16
5. PROJEKTITIEDONHALLINNAN HAASTEET VÄYLÄHANKKEIDEN RAKENNUSPROJEKTIN DIGITAALISESSA LUOVUTUSAINIESTOSSA .....	17
5.1 Tietotarpeiden tunnistaminen .....	18
5.2 Tiedon hankinta .....	20
5.3 Tiedon organisointi ja varastointi .....	21
5.4 Tiedon jakaminen.....	23
5.5 Tiedon käyttäminen.....	24
5.6 Muut haasteet .....	25
6. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	28
6.1 Haasteet ja kehityskohdat projektitiedonhallintaan digitaalisessa luovutusaineistossa .....	28
6.2 Teoreettiset ja käytännön kontribuutiot.....	32
6.3 Tutkimuksen arviointi ja jatkotutkimustarpeet .....	33
6.4 Yhteenveto.....	34
LÄHTEET .....	35
LIITE A: TUTKIMUKSEN AINEISTO .....	39
LIITE B: HAASTATTELUKYSYMYKSET .....	42

# 1. JOHDANTO

Tiedonhallinnan merkitys organisaatioissa on korostunut tiedon määrän kasvun (Kokkonen 2017) sekä tietoperustaisen talouden myötä (Riege 2005). Tiedonhallinnalla tarkoitetaan tiedon hankkimisen, tallentamisen, jakamisen ja hyödyntämisen prosesseja. Tiedonhallinta on organisaation strateginen, kilpailuetua luova toimintojen kokonaisuus, joka edesauttaa työtehtävien suorittamista sekä tiedonvaihtoa organisaation sisällä. (Detlor 2010.) Tiedonhallinnan prosesseihin liittyy olennaisesti myös tietotarpeiden tunnistaminen, jolla on merkittävä rooli tiedonhallinnan onnistumisessa (Choo 1995).

Väylähankkeiden rakennusvaihe on monimutkainen, useiden eri tahojen yhteistyössä toteutettava infra-alan rakennusprojekti (YIV 2019). Infra-ala on suuri kokonaisuus, joka kattaa muun muassa väylät, sillat, satamat, lentokentät, tietoliikenneverkot ja viemäriverkostot (LIKE 2020). Rakennusprojektien kompleksisuus sekä niihin liittyvä tiedon määrä aiheuttavat huomattavia haasteita rakennusprojektien tiedonhallinnalle (Craig & Sommerville 2006). Rakennusalan projektitiedonhallinnan haasteita on tutkittu ja tunnistettu jo pitkään (kts. Jaggar et al. 2001), mutta kehityksestä huolimatta haasteita on edelleen. Sähköistyminen ja digitalisaatio ovat tulleet osaksi rakennusalaan hiljalleen vuosien varrella. Nykypäivänä useat rakennusalan projektitiedonhallinnan haasteet liittyvät edelleen teknologian kehitykseen (Lee et al. 2018).

Väylähankkeiden rakennusprojekteissa tietomallinnusta on otettu käyttöön osana rakentamista sekä sen aikaista tiedonhallintaa (YIV 2019). Tietomallinnuksella tarkoitetaan digitaalisen, kolmiulotteisen mallin hyödyntämistä suunnittelussa ja rakentamisessa (Liikennevirasto 2017). Tietomallinnuksen ohella väylähankkeiden rakennusprojektien tiedonhallintaan on kehitetty digitaalinen luovutusaineisto. Digitaalinen luovutusaineisto tarkoittaa rakennusprojektin lopputuotteena tilaajalle luovutettavaa aineistoa, joka toimii rakentamisen laadun varmistajana sekä hankkeen kunnossapidon lähtötietona (YIV 2019).

Tämän tutkimuksen tutkimusongelma liittyy väylähankkeiden rakennusprojektien tiedonhallintaan, jota tarkastellaan digitaalisen luovutusaineiston näkökulmasta. Tutkimus tehtiin kohdeorganisaatiolle, joka toimii väylähankkeiden rakennusprojektien tilaajaorganisaationa. Tämän vuoksi tutkimusongelmaa tarkastellaan tilaajaorganisaation näkökulmasta. Kohdeorganisaatiossa on viime vuosien aikana siirrytty digitaaliseen luovutusaineistoon, mutta sen käyttöönotossa on ilmennyt monia haasteita. Tämän tutkimuksen

tarkoituksena on kartoittaa kohdeorganisaation rakennusprojektien projektitiedonhallinnan haasteita ja keskeisimpiä ongelmakohtia, jotka vaikuttavat digitaalisen luovutusaineiston tuottamiseen ja laatuun. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena on pohtia kehityskohteita tunnistettujen haasteiden pohjalta.

Tutkimuksen päätutkimuskysymys on:

1. Millaisia ovat väylähankkeiden rakennusprojektien projektitiedonhallinnan keskeiset haasteet digitaalisessa luovutusaineistossa?

Päätutkimuskysymykseen haetaan vastauksia alatutkimuskysymysten avulla, joita ovat:

1. Mitä on projektitiedonhallinta?
2. Millaista on väylähankkeiden rakennusprojektien tiedonhallinta ja digitaalinen luovutusaineisto?
3. Millaisia ovat projektitiedonhallinnan keskeiset haasteet väylähankkeiden rakennusprojekteissa?
4. Millaisia kehityskohteita on projektitiedonhallinnassa väylähankkeiden digitaalisessa luovutusaineistossa?

Ensimmäisen ja toisen alatutkimuskysymyksen avulla perehdytään projektitiedonhallinnan käsitteeseen sekä tarkemmin väylähankkeiden rakennusprojektien kontekstiin. Kolmannen alatutkimuskysymyksen tavoitteena on tunnistaa haasteita, joita väylähankkeiden rakennusprojektien tiedonhallintaan liittyy. Haasteita tarkastellaan eri tiedonhallinnan prosesseissa. Neljännen alatutkimuskysymyksen tarkoitus on selvittää, mitä kehitettävää digitaalisen luovutusaineiston projektitiedonhallinnassa on ja mitä ongelmia siihen liittyen on kohdattu. Näiden pohjalta rakennetaan vastaus tutkimuksen päätutkimuskysymykseen.

Tutkimus toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena, jonka tukena oli haastattelututkimus. Kirjallisuuskatsauksessa tutkittiin tiedonhallintaa ja rakennusalan projektitiedonhallintaa käsittelevää aineistoa. Lisäksi järjestettiin haastattelut kolmelle kohdeorganisaation projektipäällikölle tai -insinöörille. Tutkimuksen tuloksissa yhdistettiin kirjallisuuskatsauksen ja haastatteluiden tulokset.

Aiempaa tutkimusta vastaavasta aiheesta ei löytynyt, mutta tutkimuksessa pystyttiin hyödyntämään aineistoa, joka käsitteli yleisiä tiedonhallinnan tai projektitiedonhallinnan haasteita rakennusalalla. Tutkimuksessa hyödynnettiin Choon (1995) tiedonhallinnan prosessimallia haasteiden luokittelussa. Tunnistetut haasteet ryhmiteltiin tiedonhallinnan prosessimallin vaiheisiin, jonka lisäksi tunnistettiin joitakin yleisempiä haasteita, joilla on vaikutusta projektitiedonhallintaan digitaalisessa luovutusaineistossa. Tutkimuksessa

tunnistettiin monia keskeisiä haasteita, joiden kehittäminen projektitiedonhallinnan kannalta on ensiarvoisen tärkeää.

Työ rakentuu siten, että toisessa luvussa tarkastellaan tiedonhallinnan ja projektitoiminnan teoriaa. Kolmannessa luvussa käsitellään väylähankkeiden rakennusprojektien erityispiirteitä projektitiedonhallinnassa sekä digitaalista luovutusaineistoa. Neljännessä luvussa kuvataan käytetty tutkimusmenetelmä ja tutkimuksen kohdeorganisaatio. Työn viidennessä luvussa esitetään tutkimuksen tulokset, jonka jälkeen kuudennessa luvussa tehdään johtopäätökset tuloksista ja pohditaan tutkimuksen rajoitteita sekä jatkotutkimustarpeita.

## 2. PROJEKTITIEDONHALLINTA

Aineettoman pääoman merkitys organisaatioissa on kasvanut tietoperustaisen talouden myötä (Riege 2005), mikä on tehnyt tiedosta merkittävän kilpailuetua luovan tekijän (Lee 2001). Tämän vuoksi esimerkiksi tiedonhallinnan merkitys on korostunut organisaatiossa viime vuosien aikana. Myös itsessään tiedon määrän huomattava kasvu on lisännyt tiedonhallinnan tarpeellisuutta (Kokkonen 2017). Tiedonhallinnan ohella kiinnostus projektitoimintaa ja projektinhallintaa kohtaan on kasvanut niiden kompleksisen luonteen vuoksi. Projektinhallinta on jatkuvan muutoksen johtamista, johon liittyy monia eri aspekteja ja suuri määrä tietoa (Lester 2014, s. 1, 7). Projektitoiminnassa tietoa pyritään johtamaan projektitiedonhallinnan keinoin (Artto et al. 2006).

### 2.1 Tiedonhallinta

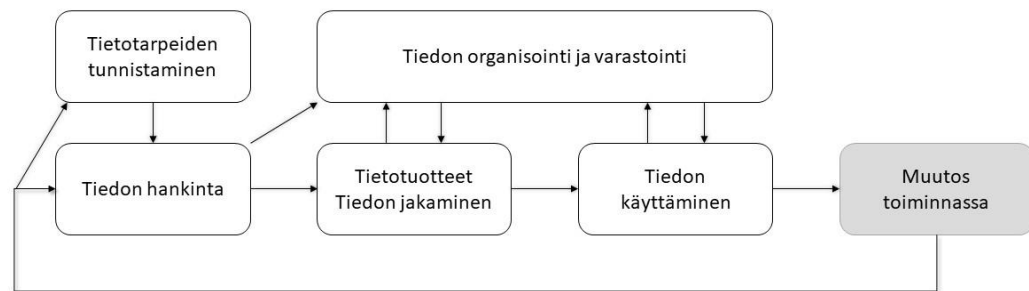
Tiedonhallinnan käsitteelle löytyy joitakin toisistaan poikkeavia määritelmiä erityisesti englannin kielestä. *Knowledge management* -käsite on joissakin lähteissä määritelty tarkoittamaan pitkälti samaa kuin *information management*, joka suomeksi käännettynä tarkoittaa tiedonhallintaa. *Knowledge management* -käsitteen voidaan kuitenkin usein ymmärtää tarkoittavan tietämyksenhallintaa, joka eroaa tiedonhallinnasta. Tiedonhallinta (*information management*) tarkoittaa tiedon luomisen, hankkimisen, järjestämisen, tallentamisen, hyödyntämisen ja käyttämisen prosesseja sekä näihin liittyvien järjestelmien hallintaa (Detlor 2010). Tietämyksenhallinnalla viitataan enemmän ihmisiin sitoutuneen tiedon tai tietämyksen hallintaan, esimerkiksi hiljaisen, kokemuksen kautta kertyneen tietämyksen hallintaan (Laihonen et al. 2013, s. 51–52). Tässä työssä tiedonhallinnalla tarkoitetaan englanninkielistä käsitettä *information management* edellä esitetyn Detlorin (2010) määritelmän mukaan.

Toimiva ja organisoitu tiedonhallinta takaa muun muassa tiedon tehokkaan saatavuuden ja käytön, mikä edistää organisaation strategista toimintaa ja kilpailukykyä sekä työtehtävien parempaa suorittamista (Detlor 2010). Tämän takia tiedonhallinnan prosessien menetelmät ja käytännöt on määritettävä organisaatioissa (Choo et al. 2006). Tiedonhallintaan liittyvät olennaisesti myös tietotekniset ratkaisut, jotka mahdollistavat tiedonhallinnan prosesseja (Laihonen et al. 2013, s. 13), kuten tiedon tehokasta tallentamista ja jakamista. Tiedonhallinnalla on tärkeä rooli organisaation toiminnassa.

Tiedonhallintaa ja sen prosesseja voidaan havainnollistaa tiedonhallinnan prosessimallin avulla. Choon (1995) tiedonhallinnan prosessimalli (*information management cycle*)

käsittää tiedonhallinnan keskeiset prosessit tietotarpeiden tunnistamisesta muutokseen käyttäytymisessä. Kyseinen prosessimalli on edelleen toimiva tapa lähestyä tiedonhallintaa. Esimerkiksi Laihonen et al. (2013, s. 25) esittelevät Choon tiedonhallinnan prosessimallin eräänä keinona jäsentää tiedonhallinnan prosessia. Lisäksi tiedonhallinnan prosessimallia on hyödynnetty eri alojen tutkimuksissa, kuten esimerkiksi sosiaali- ja terveydenhuollossa (Valkonen et al. 2018).

Kuva 1 esittää Choon tiedonhallinnan prosessimallista mukailun version. Prosessimalli etenee tietotarpeiden tunnistamisesta tiedon hankintaan, jonka jälkeen tietoa voidaan jakaa ja hyödyntää. Tiedon hankinnan vaiheesta alkaen tietoa organisoidaan ja tallennetaan muiden vaiheiden ohella jatkuvasti. Lopulta tiedon käyttämisen tavoitteena on käyttäytymisen tai toiminnan muutos. (Choo 1995.) Toiminnan muutoksella voidaan esimerkiksi tarkoittaa päätöksentekoa.



**Kuva 1 Tiedonhallinnan prosessimalli (mukaillen Choo 1995).**

Choo (1995) mukaan tietotarpeiden tunnistaminen on tehokkaan tiedonhallinnan edellytys, joten tietotarpeet tulisi määrittellä niin tarkasti kuin mahdollista. Määrittelyssä olennaista on vastata siihen, mitä tietoa tarvitaan ja miksi. Tietotarpeiden määrittelyn jälkeen siirrytään tiedon hankintaan. Tiedon hankintaa varten tulisi määrittellä käytettävät tietolähteet sekä arvioida lähteiden relevanssi ja merkityksellisyys. Tiedon hankinnassa olennaista ovat myös ihmiskontaktit, eli työyhteisö, sekä organisaation tietokannat. Hankittua tietoa tulee organisoida ja varastoida, mihin teknologia tarjoaa nykyisin monipuolisia mahdollisuuksia. Tiedon organisoinnin ja varastoinnin tavoitteena on mahdollistaa tiedon helppo tarkastelu ja löytäminen sekä toisaalta eri tyylisten tietojen tai tiedostojen tallentaminen. Tiedon organisoinnissa olennaista on myös tietotuotteen luominen, jossa tiedon relevanssin lisäksi on tärkeää esimerkiksi tietotuotteen formaatti ja sisältö. Nämä tekijät mahdollistavat tietotuotteen hyödyllisyyden sekä sen hyödynnettävyyden. Organisoitu ja varastoitu tieto luo edellytykset tiedon jakamiselle, jossa tiedonjakovälineet sekä -formaatit on huomioitava. Tiedonjakovälineiden tulisi soveltua tiedon käyttäjien työskentelymenetelmiin. Lisäksi tiedon jakamisessa olennaista on yhteistyö tiedon tuottajan ja



sen käyttäjän välillä sekä tähän yhteistyöhön kannustaminen organisaatiossa. Tehokkaat tiedonhallinnan prosessit johtavat tiedon hyödyntämiseen ja käyttöön esimerkiksi päätöksenteon tukena, joka taas aiheuttaa muutoksia toimintaan. (Choo 1995.)

Tiedonhallintaa voidaan tarkastella useista eri näkökulmista. Siihen liittyvät esimerkiksi johtamisen, yksilön sekä teknologian näkökulmat. Toisinaan tietotekniikka ja sen hallinta rinnastetaan suoraan tiedonhallintaan (Detlor 2010). Teknologia ei kuitenkaan ratkaise tiedonhallinnan ongelmia itsessään (Laihonen et al. 2013, s. 13). Vaikka tietotekniikka luo monipuolisia mahdollisuuksia tiedonhallinnalle, se toimii vain välineenä tiedonhallinnan prosessien mahdollistamiseksi (Detlor 2010). Teknologian lisäksi tarvitaan yksilöiden sitoutumista ja osaamista sekä organisaatiotason johtamiskäytäntöjä ja toimintamalleja, jotka takaavat sujuvan tiedonhallinnan (Laihonen et al. 2013, s. 13). Ihmislähtöisyys voidaan nähdä tiedonhallinnan prosesseissa keskeisenä, tietoteknisten ratkaisujen ollessa näitä prosesseja tukevana tekijänä.

Tiedonhallinta voidaan nähdä sekä organisaatio- että yksilötasolla tapahtuvina toimintoina (Detlor 2010). Organisaation tiedonhallinnan ollessa puutteellista tai huonosti johdettua, painottuu tiedonhallinta yksilöiden varaan (Laihonen et al. 2013, s. 49). Tällöin tiedonhallinnan toiminnot riippuvat pitkälti yksilöiden omasta osaamisesta, jolloin päällekkäisen työn todennäköisyys organisaatiossa kasvaa. Esimerkiksi tiedon hankinta ja analysointi voivat olla päällekkäistä tai virheellisten lähteiden käyttö ja ristiriitaisten päätösten tekeminen yleistä (Laihonen et al. 2013, s. 49–50). Tähän tilanteeseen joudutaan, kun tietoa ei ole organisaation sisällä saatavissa eikä hyödynnettävissä, eli esimerkiksi tiedon tallentamisen ja jakamisen prosesseissa on puutteita. Tämän vuoksi tarvitaan organisaatiotason toimia, jotka mahdollistavat työskentelyn sekä tiedonhallinnan onnistumisen (Macevičiūtė & Thivant 2019).

Tiedonhallinnan organisatorinen näkökulma on laaja ja usein monimutkainen osa-alue. Se käsittää kaikkien tiedonhallinnan prosessien johtamisen sekä hallinnan, ja sen tavoitteena on organisaation strateginen etu (Detlor 2010). Tiedonhallinnan organisatoriset johtamiskäytännöt takaavat tiedonhallinnan sujuvuuden organisaatiossa. Tiedonhallinnan prosessien, järjestelmien ja toimintatapojen tulee olla käyttäjäystävällisiä, jotta työntekijöiden tyytyväisyys työtä kohtaan säilyy (Macevičiūtė & Thivant 2019). Johtamiskäytäntöjen lisäksi yksilöiden toimintatavoilla on merkitystä tiedonhallinnan onnistumiselle (Detlor 2010). Toisaalta yksilöitä tulee myös motivoida tiedonhallintaan, jotta organisaation tehokkuutta voidaan edistää (Hwang et al. 2013). Hyvät käytännöt ja ohjeistukset organisaatiossa ohjaavat yksilön toimimaan niiden mukaisesti, kun taas niiden puutteellisuus siirtää tiedonhallinnan yksilöiden vastuulle. Tehokas tiedonhallinta vaatii organisaatiotason toimia.

## 2.2 Projektitoiminta

Projektitoiminnasta on merkkejä jo hyvin varhaisilta ajoilta. Artto et al. (2006) viittaavat esimerkiksi pyramideihin, Rooman viemäri- ja vesijärjestelmiin sekä monumentteihin, joiden rakentaminen on vaatinut projektitoimintaa. *Projekti*-käsitteelle löytyy useita, toisistaan hieman poikkeavia määritelmiä, joille yhteistä on kuitenkin projektin tietyt ominaispiirteet. Projekti on määriteltyyn päämäärään tähtäävää kokonaisuus, joka muodostuu useista pienemmistä tehtävistä tai osakokonaisuuksista. Projektilla on rajattu laajuus ja resurssit, kuten aika ja kustannukset, joiden puitteissa projekti tulisi saattaa loppuun. Projektin luonnetta kuvaa myös sen ainutkertaisuus. (Artto et al. 2006, s. 26; Heagney 2016, s. 2; Kerzner 2017, s. 2.)

Projekti koostuu useasta eri vaiheesta, ja se voi kestää jopa vuosia. Projektin elinkaari pitää usein sisällään projektin valmistelun ja myynnin, projektin toteutuksen sekä käytön ja käytön tukemisen. Projektin toteutuksen vaiheita ovat aloitus, määrittely, suunnittelu, toteutus ja ohjaus, sekä projektin päättäminen. (Artto et al. 2006, s.49.) Kuhunkin projektin vaiheeseen liittyy paljon tietoa. Tietoa tarvitaan projektin alusta alkaen paljon, jotta sitä voidaan alkaa suunnitella ja jotta sille voidaan asettaa esimerkiksi budjetti ja aikataulu (Lester 2014, s. 359). Tämän lisäksi uutta tietoa syntyy jatkuvasti projektin elinkaaren aikana. Tätä projektiin liittyvää tietoa, eli projektitietoa, voi olla projektin koosta ja laajuudesta riippuen valtavia määriä. Projektitietoa kerätään, analysoidaan, muokataan ja jaetaan projektin koko elinkaaren ajan (PMI 2013).

Projektinhallinta on kaikkien projektiin liittyvien aspektien suunnittelua, seuranta ja johtamista, sekä projektissa mukana olevien ihmisten motivointia. Näiden avulla pyritään saavuttamaan projektin tavoitteet sille määritellyssä ajassa, budjetissa sekä laajuudessa. (Lester 2014, s. 7.)

Projektiin liittyvän informaation, tiedon ja dokumenttien luominen, säilyttäminen ja jakelu ovat projektitiedonhallintaa (Artto et al. 2006, s. 232). Tässä tutkimuksessa projektitiedonhallinnalla tarkoitetaan projektin tiedonhallintaa. Sillä on merkittävä rooli projektinhallinnassa, minkä vuoksi tiedonhallintaan liittyvät seikat on suunniteltava ja sovittava aina projektin alussa, sekä lisäksi noudatettava sovittuja menetelmiä koko projektin ajan (Lester 2014, s. 359). Mikäli nämä projektitiedonhallinnan suunnitelmat pohjautuvat organisaatiotason ohjeistuksiin, samat tiedonhallinnan menetelmät ovat käytössä kaikissa organisaation projekteissa (Lester 2014, s. 359). Tämä takaa yhdenmukaisen ja systemaattisen projektitiedonhallinnan koko organisaatiossa, mikä helpottaa esimerkiksi tiedon löytämistä, jakamista ja hyödyntämistä. Projektitiedonhallinta ei kuitenkaan ole mutkatonta, esimerkiksi projektien ainutkertaisuuden vuoksi (Artto et al. 2006).

### 3. VÄYLÄHANKKEIDEN RAKENNUSPROJEKTIT

Rakennusprojektit ovat monimutkaisia ja moniulotteisia, useiden tahojen, kuten asiakkaiden, suunnittelijoiden, konsulttien ja urakoitsijoiden, yhteistyössä toteutettavia projekteja (Craig & Sommerville 2006). Väylähankkeilla tarkoitetaan tie-, rata- ja vesiväylähankkeita, jotka ovat osa infra-alaa. Tyypillisesti väylähankkeet ovat pitkäkestoisia, kustannuksiltaan suuria hankkeita, jotka vaikuttavat laajalla alueella verrattuna esimerkiksi talonrakennushankkeeseen (Siipo 2004). Toisaalta väylähankkeiden laajuus ja tyyppi vaihtelevat, ja osa hankkeista voi olla huomattavasti toisia pienempiä. Väylähanke koostuu useasta eri vaiheesta, joista yksi on rakennusvaihe (YIV 2019), eli hankkeen varsinaisen rakennusprojekti (Väylävirasto 2020c). Rakentamista edeltävät useat suunnitteluvaiheet, ja rakentamisen jälkeen siirrytään hankkeen käytön ja kunnossapidon vaiheeseen. Nämä vaiheet muodostavat infrahankkeen elinkaaren. (YIV 2019.) Tässä tutkimuksessa keskitytään väylähankkeen rakennusprojektin aikaiseen tiedonhallintaan.

#### 3.1 Projektitiedonhallinta väylähankkeiden rakennusprojekteissa

Rakennusprojektien tiedonhallintaa on tutkittu useita vuosia. Esimerkiksi 2000-luvulla on tunnistettu monia rakennusalan projektitiedonhallinnan erityispiirteitä sekä haasteita, joista löytyy tutkimuksia jo kauempaa. Eräänä haasteena on tunnistettu esimerkiksi tiedon tuottamisen puute, joka on johtunut tiedon jakamiseen liittyvästä luottamuksen puutteesta (Jaggar et al. 2001). Stewart ja Mohamedin (2004) mukaan tietotekniikan tuomaa arvoa projektitiedonhallinnalle on harvoin tunnistettu rakennusosalalla, sillä huomio on keskittynyt pääasiassa talouteen sekä toiminnallisen tason suorituskykyyn. Vuoden 2004 jälkeen tietotekniikan rooli alalla on korostunut ja sen tuoma arvo on nykypäivänä paremmin tunnistettu, mutta teknologian käyttöönottoon liittyen on tunnistettu paljon haasteita vuosien varrella. Esimerkiksi tietoteknisten ratkaisujen sekä tietokantojen ja erityyppisten tietojen tehokkaassa linkittämisessä on edelleen ongelmia (Lee et al. 2018).

Rakennusprojektien kompleksisuus kasvaa jatkuvasti kehittyvien teknologioiden ja metodien myötä. Tilaajaorganisaatiot asettavat palveluntuottajille suuria määriä vaatimuksia alan lakien ja säännösten muuttuessa kovaa vauhtia. (Lee et al. 2018.) Tämä jatkuva muutos aiheuttaa haasteita rakennusprojektien projektitiedonhallinnalle, sillä uusien käytäntöjen implementointi vaatii usein aikaa. Craig & Sommerville (2006) viittaavat tutkimuksiin (kts. Marsh & Flanagan 2000; Bowden 2005), joiden mukaan vuosituhannen alussa paperiset dokumentit olivat rakennustyömaalla suosituin tiedonjakomenetelmä.

Sähköistyminen ja digitalisaatio ovat tulleet hitaalla kehityksellä osaksi rakennusalaan. Lisäksi teknologia jatkaa kehittymistään ja uusia menetelmiä tulee jatkuvasti (Lee et al. 2018), mikä hankaloittaa kehityksen tahdissa pysymistä. Vaikka tietotekniset ratkaisut tuovat uusia mahdollisuuksia projektitiedonhallintaan, ei kompleksisten rakennusprojektien tiedonhallinta siitä huolimatta ole ongelmaton (Lee et al. 2018).

Infra-alan digitalisaatio on kehittynyt useiden vuosien ajan, ja kehitys jatkuu edelleen. Väylähankkeiden rakennusprojekteissa on siirrytty mallipohjaiseen rakentamiseen, minkä tarkoituksena on tehdä rakentamisesta tehokkaampaa ja laadukkaampaa (YIV 2019). Mallipohjaisen rakentamisen tehokkaassa hyödyntämisessä on kuitenkin vielä joi-takin mallinnusteknologian ja tiedonsiirtoformaattien asettamia rajoitteita (YIV 2019). Mallipohjainen rakentaminen tarkoittaa *inframallin*, eli digitaalisessa muodossa olevan kolmiulotteisen mallin, hyödyntämistä rakentamisessa. Inframallia, eli infran tietomallia, pystyvät tulkitsemaan myös tietotekniset järjestelmät, kuten työmaan mittaus- ja kone-ohjauslaitteet. (Liikennevirasto 2017.) Inframallista voidaan puhua myös termillä Infra-BIM (*Infra Built Environment Information Model*), joka tulee englannin kielen termistä BIM (*Building Information Model/Modelling*) (bSF 2014). BIM viittaa rakennuksen tietomalliin tai tietomallinnukseen ja InfraBIM infran tietomalliin.

Tietomallinnuksen on todettu tuovan monia hyötyjä rakennusalan tiedonhallintaan hankkeiden eri vaiheissa (Olawumi & Chan 2019). Tietomallinnus toimii väylähankkeissa tiedonhallinnan keinona tukemalla tiedon kokonaisvaltaista ja tehokasta hyödyntämistä sekä vähentämällä hukkatyön määrää. Hukkatyöltä vältytään, kun kertaalleen mallinnettua tietoa pystytään hyödyntämään hankkeen koko elinkaaren aikana sen eri vaiheissa. (Liikennevirasto 2017.) Esimerkiksi rakennussuunnitteluvaiheen suunnitelmamallia hyödynnetään lähtötietona rakennusvaiheessa. Suunnitelmamallien tarkoitus on toimia aina seuraavan hankevaiheen lähtötietomallina, ja vastaavasti toteutumamallin tarkoitus on toimia kunnossapidon lähtötietomallina. (YIV 2019.) Parhaassa tapauksessa vältytään tarpeelta laatia suunnitelmia ja malleja jokaisessa hankevaiheessa alusta alkaen, kun mallinnus on kertaalleen hyvin toteutettu.

YIV (2019) painottaa, että tehokas tiedonhallinta ja vakioidut toimintatavat mahdollistavat sen, että kaikki ymmärtävät tiedon samalla tavalla, tieto on kaikkien hyödynnettävissä ja tieto on ajantasaista. Tähän tilanteeseen päästään, kun esimerkiksi tiedon jäsentelyyn ja hallinnointiin on yhteisesti sovitut tavat ja paikat (YIV 2019). Nämä ovat merkittäviä etuja, joita tehokas ja toimiva tiedonhallinta tuovat. Toimiva tiedonhallinta hyödyttää lisäksi päätöstentekoa projekteissa, sillä se edistää luotettavan tiedon saamista päätöksenteon tueksi (Wei et al. 2016).

Väylähankkeiden rakennusprojektien tiedonhallintaan liittyy joitakin erityispiirteitä esimerkiksi talonrakennusprojekteihin verrattuna. Väylähankkeet vaikuttavat laajalla alueella ja ne voivat olla hyvin kompleksisia, suuria kokonaisuuksia (Siipo 2004). Tyypillinen väylähanke on esimerkiksi viiden vuoden aikana rakennettava valtatieparannushanke, joka toteutetaan 37 kilometrin matkalla ja jonka kustannukset ylittävät 120 miljoonaa euroa (Väylävirasto 2020a). Hankkeiden suuren koon vuoksi niiden rakennusprojekteihin liittyy ja niissä syntyy suuria määriä tietoa. Tällaisilla tietomäärillä tiedonhallinta ei ole yksinkertaista. Väylähankkeista tarvitaan aiemmin tuotettua tietoa siinä vaiheessa, kun väyläkohteelle on tarpeen tehdä parannuksia tai muita kunnossapitotöitä. Tämän vuoksi rakennusvaiheessa tuotettu tieto on oltava saatavissa vielä monien vuosien päästä, ja tiedon on oltava luotettavaa. Rakennusprojektin aikana syntyneiden dokumenttien ja piirustusten suuri määrä on aiemmin hankaloittanut tiedon löytämistä paperiarkistoista (Ruikar et al. 2007). Digitaaliseen muotoon siirtyminen helpottaa ja nopeuttaa tätä ongelmaa.

Väylähankkeiden rakennusprojektien kompleksisuuteen liittyy projektin sidosryhmien määrä. Rakennusprojektin sidosryhmiä ovat esimerkiksi suunnittelijat, konsultit, urakoitsijat ja tarkastajat, joista kaikki tuottavat projektiin liittyvää tietoa (Craig & Sommerville 2006). Rakennusprojektin useiden eri toimijoiden työskentely voi tapahtua hyvin erillään toisistaan ja heidän työskentelytapansa voivat erota merkittävästi (Hoerber & Alsem 2016). Sidosryhmien yhteistyössä tiedon jakamisella on keskeinen rooli tiedonhallinnan kannalta. Lisäksi sidosryhmien yhteistyössä on huomioitava järjestelmien ja tiedonjakovälineiden yhteensopivuus sekä tiedon jakamisen avoimuus (Choo 1995; Craig & Sommerville 2006).

Projektitiedonhallinnassa olennaista on tiedonhallintasuunnitelma, joka väylähankkeissa laaditaan hankkeen alussa. Tiedonhallintasuunnitelma laaditaan rakennusprojektin tilaajan asettamien vaatimusten perusteella. Tiedonhallintasuunnitelmassa määritellään muun muassa tiedonluovutuspaikat, joissa aineistoa luovutetaan palveluntuottajalta tilaajalle. Tiedonluovutuspaikoiden avulla tiedon tuottaminen jakautuu tasaisesti koko projektin ajalle. Palveluntuottajalle asetetut tiedonhallinnan vaatimukset pohjautuvat ohjeisiin, joita organisaatiossa on tiedonhallinnalle laadittu. (Väylävirasto 2020.) Vaatimuksia on esitetty organisaation ohjeistuksissa, mutta niiden seuraaminen ei aina ole yksinkertaista. Esimerkiksi erilaisia rautatieohjeita (Väylävirasto 2020b) on listattuna noin 18 sivua, joista useammassa kuin yhdessä käsitellään tiedonhallinnan ohjeistuksia ja vaatimuksia. Kattavan tiedonhallintasuunnitelman kannalta vaatimusten tulisi olla käyttäjille selvillä.

## 3.2 Väylähankkeiden rakennusprojektien digitaalinen luovutusaineisto

Väylähankkeet ovat muutosvaiheen keskellä, kun tietomallinnusta on otettu osaksi työskentelyä. Digitalisaation ja tietomallinnuksen seurauksena perinteisistä paperiarkistoista on siirrytty kohti sähköistä arkistointia. Tämän ohella on kehitetty digitaalinen luovutusaineisto, jonka tarkoitus on korvata rakennusprojektin dokumentteihin pohjautuva luovutus (Liikennevirasto 2017). Dokumenttipohjaisella luovutuksella viitataan dokumentteihin, joita pystyvät tulkitsemaan vain ihmiset eivätkä tietotekniset sovellukset (bSF 2014). Digitaalista aineistoa sen sijaan pystyvät ihmisten lisäksi tulkitsemaan myös tietotekniset järjestelmät (Liikennevirasto 2017). Tietomallinnus ja digitaalinen luovutusaineisto ovat osa väylähankkeiden omaisuudenhallintaa sekä hankkeen koko elinkaaren aikaista tiedonhallintaa (YIV 2019). Tietomallinnuksen (BIM) arvoa rakennusprojektin tiedonhallinnassa ei aina kuitenkaan ole tunnistettu, vaan mallien hyödyntäminen on rajautunut lähinnä analysointiin ja arviointiin (Lee et al. 2018; Munir et al. 2019). Tämä on yksi merkittävä haaste projektitiedonhallinnan kehittämisessä.

Digitaalinen luovutusaineisto muodostuu toteumamallista ja -piirustuksista, laadunvarmistusaineistosta sekä näiden dokumentaatioista, ja se luovutetaan hankkeen tilaajalle valmiin työmaan yhteydessä. Toteumamalli kuvaa rakennetun kohteen sellaisena kuin se on toteutettu. Rakennussuunnitteluvaiheessa laaditusta rakennussuunnitelmamallista luodaan yhdessä suunnitelmadokumenttien perusteella toteutusaineisto rakennusvaiheeseen. Tähän toteutusaineistoon kuuluu muun muassa toteutusmalli, jonka avulla voidaan laatia lopulta toteumamalli digitaalisen luovutusaineiston yhteyteen. Digitaalisen luovutusaineiston laadunvarmistusaineistolla tarkoitetaan rakentamisen sekä myös suunnittelun vaiheessa tuotettua laatuaineistoa. Näitä ovat esimerkiksi laatusuunnitelma, rakenneosien laaturaportointi sekä poikkeamaraportit. Laadunvarmistusaineiston tarkoitus on todentaa rakentamisen laatu. (YIV 2019.) Tässä tutkimuksessa keskitytään väylähankkeen rakennusprojektin aikaiseen projektitiedonhallintaan, joten esimerkiksi toteutusmallin ja suunnittelun aikaisen laatuaineiston tuottaminen eivät kuulu tutkimuksen aihepiiriin.

Digitaalisen luovutusaineiston tarkoitus on yhdenmukaistaa rakennusprojektien tiedonhallintaa ja selkeyttää hankeaineistojen luovutusta tilaajalle. Tiedon hyödyntämisen näkökulmasta aineiston jälleenkäyttö helpottuu, kun sen luovutustapa sekä aineiston dokumentointi ja metatiedot ovat yhdenmukaisia, ja aineisto noudattaa esimerkiksi tiettyä kansiorakennetta selostuksineen. (Liikennevirasto 2017.) Digitaalisen luovutusaineiston kokoaminen on tärkeä rakennusprojektin tiedonhallinnan keino. Rakennusvaiheen laa-

dunvarmistuksen lisäksi digitaalinen luovutusaineisto toimii lähtötietona hankkeen kunnossapidolle (Liikennevirasto 2017; YIV 2019). Tiedonhallinta ja digitaalinen luovutusaineisto ovat keskeisiä organisaation omaisuudenhallinnan kannalta. Infraomaisuuden hallinnalla tarkoitetaan systemaattista huolehtimista organisaation omistamasta infrastruktuurista koko sen elinkaaren ajan. Tämä tarkoittaa, että omaisuudesta on oltava tarkkaa, ajantasaista sekä hyödynnettävissä olevaa tietoa. (Liikennevirasto 2017.) Rakennusprojektin tiedonhallinnalla on merkitystä pitkälle koko hankkeen eli infran elinkaaren ajalle.

## 4. TUTKIMUSMETODOLOGIA

Tässä luvussa kuvataan tutkimuksessa aineiston keräämiseen ja analysointiin käytetyt menetelmät. Lisäksi esitellään lyhyesti kohdeorganisaatio, jolle tutkimus tehtiin.

### 4.1 Tutkimusmenetelmä

Tutkimus toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena, jonka tueksi toteutettiin kolme puolistrukturoitua haastattelua kohdeorganisaatiossa. Työn laajuus ja aikataulu huomioon ottaen haastattelujen määrä pidettiin pienenä. Tämän takia niiden tarkoitus ei ollut tuottaa yleistettävää tietoa aiheesta, vaan tuoda näkökulmia kohdeorganisaatiolta. Haastatteluiden tavoitteena oli auttaa tunnistamaan kohdeorganisaation keskeisimpiä projektitiedonhallinnan haasteita digitaalisessa luovutusaineistossa. Haastatteluiden tuloksia peilattiin kirjallisuuskatsauksen tuloksiin.

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus toteutettiin Salmisen (2011) kuvaileman Finkin mallin (kts. Fink 2005) mukaan. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus kokoaa yhteen ja tiivistää tietyn aihepiirin aiempia tutkimuksia (Salminen 2011), minkä vuoksi se soveltuu tutkimusmenetelmäksi tähän tutkimukseen, jossa yhdistetään tiedonhallintaa ja rakennusprojekteja tutkivia aihepiirejä. Finkin malli koostuu seitsemästä vaiheesta, joita ovat: tutkimuskysymyksen asettaminen, kirjallisuuden ja tietokantojen valinta, hakusanojen valinta, käytännön seulan asettaminen, metodologisen seulan asettaminen, katsauksen suorittaminen sekä synteesin tekeminen tuloksista (Salminen 2011).

### 4.2 Kohdeorganisaatio

Tutkimus toteutettiin osana kohdeorganisaation projektitiedonhallinnan kehittämistä. Kohdeorganisaatio toimii väylähankkeiden rakennusprojektien tilaajaorganisaationa. Digitaalinen luovutusaineisto on kohdeorganisaation toiminnassa uusi projektitiedonhallinnan menetelmä, jonka käyttöönottoa kehitetään ja edistetään osana projektitiedonhallintaa. Organisaatiossa on laajemmin käynnissä tiedonhallinnan kehittämisen projekti, jossa digitaalisen luovutusaineiston hallintaan kehitetään uutta tietojärjestelmää tiedon- sekä omaisuudenhallinnan tarkoitukseen. Tämä tutkimus toimii pohjana kehittämistyölle, ja sen tavoitteena on tunnistaa kohdeorganisaatiossa ilmenneitä keskeisimpiä haasteita, joita digitaalisen luovutusaineiston käyttöönotossa ja projektitiedonhallinnan uudistamisessa on ilmennyt.



Tutkimus toteutetaan yhteistyössä kohdeorganisaation kanssa. Kohdeorganisaatiosta työtä ohjasi tiedonhallinnan kehittämisen parissa työskentelevä ryhmä. Kyseisen ohjausryhmän kanssa pidettiin etäpalavereja työn aiheeseen, toteutukseen sekä haastatteluihin liittyen. Lisäksi kyseinen ryhmä oli ennalta pohtinut tutkimukseen sopivia haastateltavia, joiden joukosta haastateltavat lopulta valittiin. Tutkimuksen aihe ja sen rajaus sovittiin yhdessä kohdeorganisaation kanssa.

### 4.3 Aineiston kerääminen

Tutkimusta varten asetetut tutkimuskysymykset on esitetty johdannossa. Tutkimuskysymykset sekä niihin liittyvät keskeiset käsitteet toimivat pohjana aineiston hakemisessa ja valinnassa. Kirjallisuuskatsauksen aineistoa haettiin Tampereen yliopiston tarjoamista Andor-, Emerald- sekä ProQuest-palveluista. Lisäksi hyödynnettiin Google Scholaria. Näiden ohella aineistoa haettiin infra-alan ohjeistuksista, kuten Väyläviraston julkaisuista.

Kirjallisuuskatsauksen aineiston haku toteutettiin hyödyntämällä tutkimuksen keskeisiin käsitteisiin liittyviä hakusanoja ja -lausekkeita. Näitä on esitelty taulukossa 1.

**Taulukko 1 Aineiston hakuun käytetyt hakulausekkeet**

Englanninkielinen hakulauseke	Suomenkielinen hakulauseke
“project information management”	projektitiedonhallinta/-hallin*
“project information management” AND construction	
“information management” AND construction	
“information management” AND BIM	
“project information”	projektitieto
“information management” AND project	

Käytännön seudessa aineisto rajattiin pääasiassa englanninkielisiin artikkeleihin sekä konferenssijulkaisuihin, mutta joitakin hakuja tehtiin myös suomenkielisillä hakusanoilla. Hakutulokset järjestettiin pääasiassa relevanssin mukaan, ja aineistoa etsittiin aiheen, avainsanojen sekä otsikon perusteella. Aineiston haussa pyrittiin keskittymään mahdollisimman tuoreisiin julkaisuihin, jotta aineisto olisi ajankohtaista. Joitakin tiedonhallinnan peruseräitä sekä rakennusalan lähistoriaa käsitteleviä lähteitä hyödynnettiin laajemmin viimeisen 20 vuoden ajalta. Lisäksi tutkimuksen keskeisenä aineistona on käytetty Choon artikkelia vuodelta 1995, sillä tutkijan saman aihepiirin tuorempiin lähteisiin

ei ollut pääsyä. Artikkelit on julkaisuajankohdastaan huolimatta edelleen relevantti, ja siinä on kuvattu tässä tutkimuksessa hyödynnetty tiedonhallinnan prosessimalli.

Metodologisessa seulassa valittiin tarkasteltavaksi vertaisarvioituja tieteellisiä artikkeleita ja konferenssijulkaisuja. Aineiston valinnassa huomioitiin tutkimuksen tavoite, näkökulma sekä tutkimusmetodologia. Nämä selvitettiin useimmiten artikkelin tiivistelmästä. Tutkimusmenetelmissä painotettiin kirjallisuus- ja tapaus-, kysely- tai haastattelututkimuksia.

Tieteellisten artikkeleiden ja konferenssijulkaisuiden lisäksi tutkimuksessa on hyödynnetty infra-alan ohjeistuksia erityisesti tiedonhallintaan ja digitaaliseen luovutusaineistoon liittyen. Näitä on haettu Väyläviraston ja buildingSMART Finlandin (bSF) julkaisuista.

Tutkimuksen aineisto käsitteli pääasiassa tiedonhallintaa, rakennusalan projektitiedonhallintaa sekä tietomallinnusta. Tarkemmin aineisto käsitteli muun muassa tietomallinnuksen tehokasta hyödyntämistä tiedonhallinnassa, tietomallinnuksen integraation haasteita sekä tiedonhallinnan järjestelmiä rakennusprojekteissa. Aineistona käytettiin esimerkiksi *Engineering, Construction and Architectural Management* sekä *International Journal of Information Management* -lähteissä julkaistuja vertaisarvioituja artikkeleita. Tämän lisäksi aineistona hyödynnettiin esimerkiksi yleisiä inframallivaatimuksia (YIV). Tutkimuksen aineisto on tarkemmin esitetty liitteen A taulukossa. Aineisto on ryhmitelty taulukkoon teemoittain tiedonhallintaa, rakennusalan projektitiedonhallintaa sekä tietomallinnusta ja tiedonhallintaa käsitteleviin lähteisiin, joiden lisäksi on yksi artikkeli projektipäälliköiden työn tehokkuudesta.

Haastattelututkimus toteutettiin puolistrukturoituna haastatteluna. Haastatteluiden kysymykset laadittiin ennalta, ja ne muodostavat haastattelun rungon, joka on esitetty liitteessä B. Haastateltavat saivat mahdollisuuden valmistautua haastatteluun perehtymällä haastattelurunkoon etukäteen. Haastattelutilaisuus noudatteli kysymysrunkoa, mutta myös tarkentavia ja syventäviä kysymyksiä esitettiin haastatteluiden aikana. Haastattelut käsitelivät kolmea teemaa: projektitiedonhallintaa yleisesti, sen nykytilaa organisaatiossa sekä kehitysehdotuksia projektitiedonhallintaan digitaalisessa luovutusaineistossa. Projektitiedonhallintaa tarkasteltiin haastatteluissa pääasiassa digitaalisen luovutusaineiston näkökulmasta.

Tutkimuksessa haastateltiin kolmea kohdeorganisaation projektipäällikköä tai -insinööriä kohdeorganisaation ohjausryhmän valinnan perusteella. Haastateltavat työskentelivät keskeisessä asemassa rakennusprojekteissa, joissa heidän pääasialliset tehtävänsä

kohdistuvat rakennusprojektien hallintaan. Tiedon tuottaminen on myös tärkeässä roolissa heidän työssään, minkä vuoksi tutkimuksen aihe oli heille läheinen. Haastattelut toteutettiin tutkimuksen alussa toisistaan erillisinä ajankohtina, tutkimuksen tekijän sekä haastateltavan kahdenkeskisenä etäkokouksena Skypen tai Teamsin välityksellä. Haastattelut nauhoitettiin ja litteroitiin analysointia varten.

#### **4.4 Aineiston analysointi**

Aineistojen valinnan jälkeen suoritettiin niiden katsaus. Aineistojen analysointi pyrittiin toteuttamaan mahdollisimman objektiivisesti. Kirjallisuusaineiston analysoinnissa painotus oli lähteiden välisessä vertailussa ja yhdistämisessä. Rakennusalan sekä tietomallinnuksen projektitiedonhallinnan haasteita ja onnistumisen kannalta keskeisiä tekijöitä tarkasteltiin tiedonhallinnan prosessimallin näkökulmasta. Tämän lisäksi kiinnitettiin huomiota muihin yleisesti esiintyviin aihepiiriin liittyviin haasteisiin, jotka eivät suoraan kuuluu tiedonhallinnan prosessimalliin. Vanhemmista lähteistä huomioitiin erityisesti sellaisia haasteita, joita esiintyy vielä nykypäivänä.

Tunnistetut keskeisimmät haasteet jaettiin ryhmiin tiedonhallinnan prosessimallin vaiheiden perusteella, joiden lisäksi oli erillinen ryhmä muille haasteille. Tunnistettujen haasteiden ryhmittelyä hyödynnettiin haastatteluiden aineistojen läpikäynnissä.

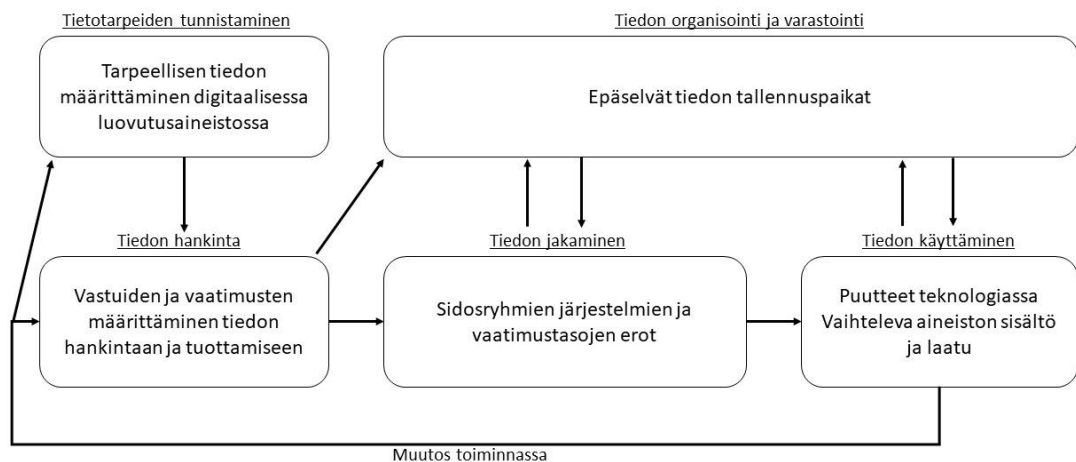
Haastattelujen analysoinnissa hyödynnettiin sisällönanalyysia, johon Tuomi ja Sarajärvi (2018) esittävät tutkija Timo Laineen kuvauksesta muokatun version analyysin etenemisestä. Kyseinen kuvaus alkaa määrittelemällä tarkasti, mikä asia aineistossa kiinnostaa. Tämän jälkeen aineisto käydään läpi ja siitä eritellään ne asiat, jotka sisältyvät päätettyyn kiinnostukseen. Kaikki kiinnostuksen ulkopuolinen jätetään tämän tutkimuksen aineistosta pois. Erottelun jälkeen kiinnostavaksi aineistoksi merkitty sisältö luokitellaan ja teemoitetaan, minkä pohjalta kirjoitetaan yhteenveto.

Haastatteluista kiinnostavaksi valittiin aiheet, jotka liittyvät projektitiedonhallinnan haasteisiin rakennusprojektien digitaalisessa luovutusaineistossa. Analysoinnissa hyödynnettiin kirjallisuuskatsauksen tuloksia, eli haasteet luokiteltiin tiedonhallinnan prosessimallin avulla. Luokittelussa hyödynnettiin värikoodausta, jonka jälkeen haastatteluissa tunnistetut haasteet koottiin yhteen kirjallisuuskatsauksen tulosten kanssa. Analysoinnissa huomioitiin myös mahdolliset kirjallisuuskatsauksesta eroavat tai haastateltavien välillä eriävät vastaukset. Luokittelun jälkeen kirjallisuuskatsauksen ja haastattelujen tuloksia vertailtiin, minkä pohjalta kirjoitettiin synteesi tutkimuksen tuloksista.

## 5. PROJEKTITIEDONHALLINNAN HAASTEET VÄYLÄHANKKEIDEN RAKENNUSPROJEKTIN DIGITAALISESSA LUOVUTUSAINEISTOSSA

Tässä luvussa käsitellään tutkimuksen tuloksia. Tuloksissa vertaillaan kirjallisuuskatsauksessa ja haastatteluissa ilmenneitä keskeisiä haasteita. Väylähankkeiden rakennusprojektiin liittyviä projektitiedonhallinnan haasteita voidaan tarkastella tiedonhallinnan prosessimallin kautta. Seuraavissa alaluvuissa projektitiedonhallinnan haasteet väylähankkeiden rakennusprojektien digitaalisessa luovutusaineistossa on jaettu Choon (1995) tiedonhallinnan prosessimallin vaiheisiin: tietotarpeiden tunnistaminen, tiedon hankinta, tiedon organisointi ja varastointi, tiedon jakaminen ja tiedon käyttäminen. Luvun lopussa käsitellään vielä muita digitaaliseen luovutusaineistoon liittyviä projektitiedonhallinnan haasteita, kuten uusien toimintatapojen käyttöönottoa. Tässä luvussa rakennusprojekteilla viitataan väylähankkeiden rakennusprojekteihin, ja tiedonhallinnalla näiden projektitiedonhallintaan.

Kuvassa 2 on esitetty joitakin keskeisiä haasteita, joita tiedonhallinnan prosessimalliin voidaan sijoittaa. Kyseiset haasteet ovat nousseet esille sekä kirjallisuus- että haastatteluaineistosta. Esimerkiksi tarpeellisen tiedon määrittäminen digitaalisessa luovutusaineistossa on merkittävä projektitiedonhallinnan haaste, jolla on vaikutusta muun muassa tuotetun aineiston sisältöön (Munir et al. 2019). Sidosryhmien järjestelmien eroavaisuus ja yhteensopimattomuus sen sijaan hankaloittavat tiedon jakamista (Olawumi & Chan 2019), mikä luo haasteita digitaalisen luovutusaineiston tuottamiseen.



**Kuva 2 Projektitiedonhallinnan keskeisiä haasteita digitaalisessa luovutusaineistossa**

Kuvassa olevat haasteet ovat eräitä keskeisiä haasteita, joita seuraavat alaluvut käsittelevät tarkemmin. Kuvan tarkoitus on hahmottaa projektitiedonhallinnan haasteita sekä niiden välistä yhteyttä prosessimallin vaiheissa. Alaluvuissa avataan tarkemmin, mitä haasteita kuhunkin vaiheeseen liittyy ja miten ne ilmenevät kohdeorganisaatiossa.

## 5.1 Tietotarpeiden tunnistaminen

Tietotarpeiden tunnistamisessa olennaista on määrittellä, mitä tietoa tarvitaan ja miksi, miten sitä käytetään sekä millaista tiedon tulee olla (Choo 1995). Tämä osoittautui haastattelujen perusteella merkittäväksi haasteeksi organisaatiossa. Rakennusprojektin suorittamiseen liittyvistä tietotarpeiden määrittelyistä ei noussut haastatteluissa esille epäselvyyksiä. Sen sijaan haasteet liittyivät digitaalisen luovutusaineiston tietotarpeiden tunnistamiseen. Epäselvyyksiä ilmeni esimerkiksi digitaalisen luovutusaineiston sisällöstä ja vaatimuksista sekä näiden määrittelystä. Toisaalta haasteeksi tunnistettiin myös määritelmä siitä, miksi jotain tietoa tarvitaan.

Organisaatiot tuottavat valtavan määrän tietoa, josta suuri osa ei kuitenkaan ole hyödyllistä tulevaisuudessa. Tämän vuoksi relevantin tiedon tunnistaminen on omaisuudenhallinnassa yleisesti tunnistettu haaste. (Munir et al. 2019.) Koska projektitiedonhallinta on osa väylähankkeiden omaisuudenhallintaa, pitäisi organisaatiossa pystyä määrittämään, mitä tietoa jatkossa tarvitaan ja mitä esimerkiksi digitaalinen luovutusaineisto pitää sisällään. Haastatteluissa tunnistettiin projektitiedonhallinnan haasteeksi käsitys siitä, mitä tietoa digitaalisessa luovutusaineistossa on tarpeen tallentaa ja millaisessa muodossa. Eli mikä tieto on tulevaisuudessa relevanttia ja millaisessa muodossa se on parhaiten hyödynnettävissä. Vaikka digitaalisen luovutusaineiston sisältöä ja formaatteja on määriteltä ohjeistuksissa (kts. Liikennevirasto 2017; Väylävirasto 2020c), koettiin silti huolta siitä, ovatko sisältövaatimukset hankkeen elinkaaren kannalta varmasti riittäviä. Huolta herätti myös tietotarpeiden määrittelyssä se, että järjestelmiä ja ohjeita kehittävät henkilöt eivät ole tekemisissä sen arjen kanssa, jossa projektipäälliköt ja muut rakennusprojektin toimijat ovat. Tässä haasteeksi nähtiin, että järjestelmien ja tiedonhallinnan menetelmien kehittämisessä ei osata huomioida todellisia tarpeita, joita menetelmien varsinaisilla käyttäjillä on.

Tiedon merkityksen tunnistaminen on osa tietotarpeiden tunnistamista, jotta voidaan vastata kysymykseen siitä, miksi jotain tietoa tarvitaan (Choo 1995). Tiedonhallinnassa olennaista on nähdä tieto organisaation merkittävänä resurssina (Detlor 2010), kuten väylähankkeissa omaisuudenhallinnan kannalta. Tiedon ja tiedonhallinnan käsitys eivät rajaudu pelkkään datan hallintaan (Detlor 2010). Haastatteluissa tuli esille osin eriäviä näkökulmia tiedon merkityksen tunnistamisesta. Toisaalta koettiin, että tiedon merkitys

tunnistetaan alalla hyvin, mutta toisaalta nähtiin myös tiedon merkityksen sivuuttamista. Haastatteluissa tuli ilmi, että osa toimijoista keskittyy vain oman tehtävän mahdollisimman hyvään ja nopeaan suorittamiseen, jolloin ei suunnata riittävää huomiota projektitiedonhallintaan tiedon jatkohyödynnettävyyden kannalta. Tiedon merkityksen tunnistaminen koettiin osittain hieman puutteelliseksi, mikä aiheuttaa haasteita projektitiedonhallinnan toteutumiselle.

Koska tietotarpeiden tunnistamisessa pitää vastata kysymykseen, miksi jotakin tietoa tarvitaan (Choo 1995), on ymmärrettävä myös tietomallinnuksen merkitys projektitiedonhallinnan keskiössä. Jo vuosituhannen alussa Stewart & Mohamed (2004) tunnistivat rakennusalalla vallitsevaksi haasteeksi sen, että tietotekniikan arvoa harvoin tunnistettiin projektitiedonhallinnan prosesseissa. Sen sijaan että tietomallin merkitys nähdään vain lopputuotteessa, pitäisi huomio pystyä siirtämään koko projektitiedonhallinnan prosessin ajalle (Chen & Lu 2019). Kohdeorganisaatiossa tietomallinnuksen hyötyjä ja käyttökohteita rakennusprojektin vaiheessa toivottiin tuotavan enemmän esille, sillä joissakin hankkeissa se on nähty vain ylimääräisenä osana rakennusprojektia. Digitaalisen luovutusaineiston tuottamisen ja mallintamisen tuominen lähemmäs todellista tekemistä koettiin puutteelliseksi, minkä vuoksi projektitiedonhallinnan kehitys ei etene kaikissa hankkeissa toivotulla tavalla. Kun esimerkiksi mallin hyödyntämistä rakennusprojektissa kehitettäisiin tai tuotaisiin paremmin esille, varmistaisi se aineiston sisällön ja laadun paremman toteutumisen. Haastatteluiden mukaan uusien projektitiedonhallinnan menetelmien merkitystä ei vielä tunnisteta riittävän hyvin, sillä vaikka jatkohyödynnettävyyden kannalta digitaalinen aineisto nähdään kannattavana, ei sen arvoa tunnisteta kaikissa tiedonhallinnan prosesseissa.

Vaikka projektit ovat ainutkertaisia ja toisistaan eroavia, tietomallinnuksen ja tiedon jakamisen prosessien standardointi on tarpeen, sillä se selkeyttää tiedonhallintaa (Olawumi & Chan 2019). Esimerkiksi tietomallinnuksen osalta projektin toimijoiden roolit ja vastuut pitäisi standardoida (Kim & Chin 2019). Haastateltavien mukaan tietotarpeiden määrittämisessä olennaista ovat toimivat ohjeet ja vaatimukset, jotta tiedetään, millaista tietoa esimerkiksi urakoitsijalta voidaan vaatia. Ohjeistuksissa oli havaittu puutteita, minkä takia niiden kehittäminen koettiin tarpeelliseksi. Väylähankkeiden rakennusprojekteihin liittyy huomattavia eroavaisuuksia väylämuotojen välillä, mikä aiheuttaa kysymyksiä ohjeiden yhtenäistämisestä. Haastatteluissa koettiin, että esimerkiksi ohjeiden hakeminen ja tiedonhallinnan toiminnot ovat tällä hetkellä eri väylämuodoissa hyvin eri tasolla. Haastateltavien mukaan kaikille väylämuodoille olisi hyvä olla yhteiset tiedonhallinnan ja digitaalisen luovutusaineiston ohjeet, jotta projektitiedonhallinta organisaatiossa yhtenäistyisi ja tiedon hyödynnettävyys paranisi. Yhteisten ohjeiden kehittäminen vaatisi

myös eri väylämuotojen erityispiirteiden huomioonottamisen, johon ratkaisuna voisi olla ohjeiden digitalisoiminen ja linkitykset ohjeiden välillä. Tällä hetkellä ohjeiden käyttö koettiin osin sekavaksi ja tiedon löytäminen hankalaksi. Haastatteluissa oli kuitenkin myös epäilyksiä yhteisten ohjeiden toimivuudesta, jolloin ratkaisuksi toivottiin selkeämpää ohjeiden rakentamista ja yhteisiä pelisääntöjä, joilla väylämuodosta riippumatta oikeiden ohjeiden löytäminen helpottuisi. Tämän lisäksi haastateltavat kokivat ohjeiden jalkauttamisen tärkeiksi. Selkeät projektitiedonhallinnan ja digitaalisen luovutusaineiston ohjeet ja vaatimukset helpottavat rakennusprojektien tietotarpeiden tunnistamista.

## 5.2 Tiedon hankinta

Tiedon hankinnassa olennaista on määritellä käytettävät tietolähteet sekä niiden relevanssi (Choo 1995). Haastatteluissa ei noussut esille merkittäviä tiedon hankintaan liittyviä haasteita, sillä esimerkiksi lähtötietojen hankinta rakennusprojektin sidosryhmiltä raportoitiin pääasiassa toimivaksi. Yksittäisten poikkeuksien kohdalla vastaajat kuitenkin kokivat, että toisinaan tiedon hankintaa varten täytyy tietää keneltä kysyä eikä tieto aina ole sellaisessa muodossa, että sitä pystyttäisiin projektissa hyödyntämään. Tietolähteiden määrittelyn haasteista tai puutteista ei kuitenkaan tullut muita viitteitä haastatteluissa.

Väylähankkeen rakennusprojektissa tilaaja hankkii tietoa hyvin paljon projektin sidosryhmiltä. Esimerkiksi lähtötietoaineistoa rakennusprojektiin saadaan muun muassa edellisen vaiheen suunnittelijoilta (YIV 2019). Tiedon hankinnassa keskeisessä roolissa on tietojärjestelmien ja ohjelmistojen yhteensopivuus rakennusprojektin toimijoiden kesken. Järjestelmien yhteensopimattomuudesta voi aiheutua tiedon häviämistä, kun tiedostomuotoja tai -formaatteja joudutaan muokkaamaan (Olawumi & Chan 2019). Lähtötiedon hankintaan liittyen ei koettu suuria haasteita haastateltavien keskuudessa. Merkittävien haaste oli sellaiset tiedot, jotka eivät ole nykyisillä vaatimustasoilla tai tietyssä formaatissa, jolloin niitä ei välttämättä pystytä hyödyntämään. Esimerkiksi koordinaattijärjestelmissä voi eri palveluntuottajilla olla vaatimustasoissa eroja. Eli sen sijaan, että saataisiin heiltä lähtötietoaineistoa suoraan, voidaan joutua esimerkiksi tekemään maastossa mitauksia uudestaan tai työstämään tietomalleja pdf-muotoisten kuvien avulla, mikä lisää työmäärää. Sidosryhmien järjestelmien ja vaatimustasojen erot voivat aiheuttaa haasteita tiedon hankintaan.

Rakennusprojektissa tiedon tuottajalla on yleensä vastuu tiedon hankinnasta sekä toimittamisesta tilaajalle, mutta projektin tilaajalla on suuri vaikutusmahdollisuus tähän (Craig & Sommerville 2006). Jokainen projekti kuitenkin eroaa toisistaan siinä toimivien henkilöiden sekä heidän työskentelytapojensa osalta (Hoerber & Alsem 2016). Tämän

seurauksena se, kuinka paljon ja miten tilaaja vaikuttaa tiedon hankintaan, voi vaihdella, mikäli tähän ei ole tarkasti määriteltyjä vaatimuksia organisaatiossa. Haastatteluista selvisi, että kohdeorganisaatiossa pääasiallinen vastuu luovutusaineiston toteutumisesta on projektipäälliköllä eli tilaajalla, mutta käytännössä vastuu aineiston toteuttamisesta on palveluntuottajalla. Palveluntuottajalle asetetaan vaatimukset aineiston luovuttamisesta sekä muista tiedonhallinnan osa-alueista, jotka määritellään tiedonhallintasuunnitelmassa. Tiedon hankinnan toteutumisessa nähtiin kuitenkin haasteita, sillä projektipäälliköiden asettamat vaatimukset palveluntuottajille eroavat huomattavasti toisistaan. Tämä aiheutti eroja siihen, mitä ja millaisessa muodossa olevaa tietoa palveluntuottajilta vaaditaan. Tämän seurauksena projektitiedonhallinnan kokonaisuus sekä digitaalisen luovutusaineiston toteutuminen eivät ole yhtenäisiä kohdeorganisaatiossa.

Tiedon hankinnan keskiössä on myös ihmiskontaktit, eli työyhteisö, sekä organisaation tietokannat (Choo 1995). Tiedon hankinnassa tietokantojen ja -järjestelmien merkitys korostuu, jotta tieto on saatavissa kaikille niille, jotka sitä projektissa tarvitsevat (Ruikar et al. 2007). Yhteistyöllä on myös tärkeä rooli, sillä se mahdollistaa, että organisaatiossa tai projektitiimissä tiedetään, keneltä tai mistä tietoa saadaan. Ihmislähteiden merkitystä tiedon hankinnassa ei usein korosteta riittävästi (Choo 1995). Haastatteluissa tiedon hankinta tietokannoista tai ihmisiltä ei noussut esiin haasteena. Haastatteluissa viitattiin siihen, että toisinaan tiedon saamiseksi pitää tietää keneltä kysyä, mutta sen ei todettu aiheuttavan ongelmia. Tiedon hakuun organisaation tietokannoista eivät haastateltavat raportoineet haasteita, vaikka organisaatiossa on useita eri järjestelmiä käytössä. Tietojärjestelmien haasteet liittyivät tiedon siirtelyyn järjestelmien välillä.

### **5.3 Tiedon organisointi ja varastointi**

Tiedon organisointi ja varastointi ovat olennaisia erityisesti tiedon löytämisen ja tarkastelun helpottamisen kannalta (Choo 1995). Tiedonhallinnan eräs kompastuskivi voi olla tarkkojen ohjeiden asettamisessa tiedonhallinnan menetelmille, sillä jos ohjeissa on puutteita, järjestelmään ei tuoteta oikeanlaista tietoa eikä se toimi niin kuin on tarkoitettu (Craig & Sommerville 2006). Tämä haaste koskee myös digitaalista luovutusaineistoa kohdeorganisaatiossa. Kuten tietotarpeiden tunnistamisessa kävi ilmi, ohjeet on koettu puutteellisiksi. Haastateltavat kokivat, että ohjeissa ei ole selkeästi määritelty, mitä tietoa ja mihin järjestelmiin pitää tuottaa. Projektien aikana syntyy paljon erilaista tietoa, tietomalleja ja asiakirjoja, mutta digitaalista luovutusaineistoa koskevat ohjeet koettiin keskityvän suurimmaksi osaksi tietomalleihin. Tämä on herättänyt käyttäjissä kysymyksiä muun aineiston sijoituspaikoista. Digitaalinen luovutusaineisto on määritelty toimimaan kunnossapidon lähtötietona sekä rakentamisen laadun todentajana (Liikennevirasto



2017), joten määritelmän perusteella vain näihin liittyvä aineisto kuuluu digitaaliseen luovutusaineistoon. Kuitenkin aikaisempi loppudokumentointiaineisto on sisältänyt tietoa esimerkiksi aikataulu-, toiminta- ja laatusuunnitelmista (Partiainen & Suntio 2017), joten uusi digitaalinen luovutusaineisto eroaa tästä huomattavasti. Digitaalista luovutusaineistoa käsittelevät uudet ohjeistukset (kts. Liikennevirasto 2017; YIV 2019; Väylävirasto 2020c) koskevat pelkästään digitaalisen luovutusaineiston sisältöä, joten muiden tietojen tallentamisen tai luovuttamisen kysymykset ovat jääneet vielä epäselviksi käyttäjille, kun niiden ohjeistusta ei ole päivitetty. Tiedon organisoinnissa ja varastoinnissa on koettu edelleen haasteita, kun talletuspaikat ja aineistojen sisällöt eivät ole täysin selkeitä.

Tiedon varastoinnin ja organisoinnin muuttaminen saattaa aiheuttaa lisätyötä, jos uusi ohjeistus ei ole selkeä. Tämän takia tiedon tallennusmenetelmät tulisi standardoida (Ruikar et al. 2007). Standardointi ja tarkka ohjeistus ovat edellytyksiä sille, että tieto on jatkossa löydettävissä ja hyödynnettävissä (Ruikar et al. 2007), mikä on tiedon organisoinnin ja varastoinnin tarkoitus (Choo 1995). Lisäksi uudet teknologiat ja menetelmät pitäisi integroida osaksi muita teknologioita ja työskentelymenetelmiä, jotta työskentely olisi mahdollisimman sujuvaa (Olawumi & Chan 2019). Haastatteluissa ilmeni, että tiedon organisointi ja varastointi uusien menetelmien avulla ei ole ollut tehokasta, kun ohjeistuksen lisäksi järjestelmät ja menetelmät ovat osin puutteellisia. Digitaalisen luovutusaineiston käyttöönottovaiheessa uusia menetelmiä on haastattelujen perusteella jouduttu tekemään osittain vanhojen menetelmien rinnalla, jolloin työmäärä on kasvanut. Esimerkiksi tietoa on tallennettu useisiin paikkoihin sekä uusien että vanhojen ohjeiden mukaan, kun toimintatavat eivät ole täysin selkeitä. Uusista menetelmistä esimerkiksi tietomallinnus voi parhaimmillaan mahdollistaa päällekkäisen ja tarpeettoman työn määrää (Hoerber & Alsem 2016), mutta toistaiseksi uudet menetelmät on koettu enemmän haasteena ja lisätyötä aiheuttavana. Tiedon organisointia ja varastointia ei ole saatu sujuvaksi, kun ohjeet ovat olleet puutteellisia.

Tietotuotteen tuottaminen ja sisältövaatimukset ovat tiedon organisoinnin keskiössä (Choo 1995). Digitaalisen luovutusaineiston ohjeistuksesta on haastatteluiden perusteella toistaiseksi jäänyt epäselväksi se, mitä tarkalleen ottaen tuotetaan ja miten. Tämä on johtanut siihen, että digitaalisen luovutusaineiston laatu, sisältö sekä laajuus ovat vaihdelleet huomattavasti. Haastatteluissa nousi esiin kysymyksiä siitä, mitä aineistoja luovutetaan, missä muodossa, mitä sen täytyy sisältää ja mikä tieto on oleellista. Esimerkiksi laatuaineistoa, joka on osa digitaalista luovutusaineistoa, ei ole kuvattu riittävän tarkasti. Ohjeistuksista löytyy Urakoitsijan laaturaportointi -ohje vuodelta 2009 (Tiehallinto 2009), joka ei kuitenkaan anna kattavaa kuvaa laaturaportoinnin sisällöstä, vaan tarkempi ohjeistus pitää tulla projektikohtaisesti tilaajalta (Partiainen & Suntio 2017).

Laatuaineiston tuottamista on sittemmin ohjeistettu uudestaan (Väylävirasto 2020c), mutta myös vuoden 2009 ohje on edelleen käytössä, sillä uusi ohje ei kokonaan korvaa aiempaa. Ohjeistukset ovat käyttäjille edelleen epäselkeitä tai vaihtoehtoisesti uusi ohje ei vielä ole tullut tutuksi.

## 5.4 Tiedon jakaminen

Rakennusprojekteissa tietoa liikkuu useiden eri vaiheiden ja tahojen välillä, joista jokaisella on usein omat näkemyksensä ja prosessinsa tiedon sekä sen hallinnan suhteen (Hoeber & Alsem 2016). Tiedon jakaminen ja yhteistyö ovat projektitiedonhallinnan onnistumisen kannalta olennaisia tekijöitä. Tiedon jakaminen työskentelevien tahojen välillä tulisi olla avointa ja tehokasta sekä jaetun tiedon merkityksellistä. (Craig & Sommerville 2006.) Projektissa tiedon jakaminen voi kuitenkin olla haasteellista, sillä eri vaiheiden aikana jaettua tietoa saatetaan tulkita väärin, sitä tallennetaan sekä kopioidaan eri formaatteihin ja eri paikkoihin ja sen muoto voi vaihdella (Hoeber & Alsem 2016). Nämä tekevät projektitiedon jakamisesta monimutkaista.

Projektitiedonhallinta perustuu aiempaa avoimempaan ja tiiviimpään yhteistyöhön rakennusprojektin keskeisten sidosryhmien välillä (Craig & Sommerville 2006; Olawumi & Chan 2019). Tämän vuoksi tiedon jakaminen on tärkeässä roolissa osana uusien projektitiedonhallinnan menetelmiä. Tiedonhallinnan prosessimallin edellinen vaihe, eli tiedon organisointi ja varastointi, luo edellytykset tiedon jakamiselle (Choo 1995). Digitaalisen luovutusaineiston ollessa varsin uusi menetelmä on vielä hankala sanoa kohdeorganisaation suurimpia haasteita tiedon jakamiseen digitaalisessa luovutusaineistossa. Haastatteluissa ei ilmennyt, mitä mahdollisia haasteita digitaalinen luovutusaineisto saattaisi tiedon jakamisessa aiheuttaa, vaan se nähtiin lähinnä uusien mahdollisuuksien tuottavana menetelmänä. Merkittävimmät haasteet tiedon jakamisessa liittyivät järjestelmien yhteensopivuuteen sekä tiedon formaatteihin, vaikka haastateltavat kokivat, että nykyiset järjestelmät mahdollistavat tiedon jakamisen aiempaa tehokkaammin.

Rakennushankkeiden useat eri vaiheet on usein toteutettu toisistaan irrallisina osina, minkä seurauksena yhteistyö ja tiedon jakaminen voivat olla puutteellisia ja työmenetelmät erilaisia. Tämä on johtanut myös siihen, että tietomallinnusta hyödynnetään joissakin hankevaiheissa vähemmän. (Hoeber & Alsem 2016.) Yhteistyö tiedon tuottajan ja käyttäjän välillä on tiedon jakamisen kannalta olennaista (Choo 1995), minkä takia hankevaiheiden ja esimerkiksi tietomallinnuksen tuominen lähemmäs rakennusprojektia edistäisivät tiedon jakamista. Haastatteluissa nähtiin puutteita tietomallin hyödyntämisessä rakennusprojekteissa. Mallin hyödyntäminen esimerkiksi työmaakäyntien yhtey-

dessä koettiin asiana, jota organisaatiossa pitäisi tuoda enemmän esille. Tietomallinnuksen tuominen lähemmäs rakennusprojektia koettiin tärkeäksi, sillä se edistäisi projektitiedonhallinnan parempaa toteutumista ja tiedon jakamista.

Choon (1995) mukaan myös yhteistyöhön kannustaminen on tiedon jakamisen toteutamisessa tärkeää, joten organisaatiossa pitäisi tuoda enemmän ilmi esimerkiksi tiedon jakamisen hyötyjä eri hankevaiheiden välillä. Uuden työmenetelmän parissa työskentelevät tulisi lisäksi vakuuttaa hyödyistä, joita uusi menetelmä tuo sekä heille itselleen että koko organisaatiolle (Craig & Sommerville 2006). Haastatteluissa koettiin tietomallinnuksen ja digitaalisen luovutusaineiston hyötyjen kommunikoinnin puutetta. Esimerkiksi uusien menetelmien hyötyjä rakennusprojektin aikana ei ole riittävästi tuotu esille. Tähän liittyi myös hyväksi todettujen toimintatapojen ja menetelmien jakaminen organisaation sisällä, mitä osa haastateltavista toivoisi olevan enemmän. Näin menetelmien hyödyt tulisivat paremmin ilmi ja projektitiedonhallinta sekä tiedon jakaminen kehittyisivät.

Tiedonjakovälineet ja -formaatit ovat merkittävässä roolissa tiedon jakamisessa (Choo 1995). Tiedon jakaminen voi aiheutua haasteeksi, jos rakennusprojektin sidosryhmien käyttämät järjestelmät eroavat suuresti tai eivät ole yhteensopivia (Olawumi & Chan 2019). Haastatteluiden perusteella kohdeorganisaatiossa sidosryhmien välinen tiedonjakaminen sujuu pääasiassa hyvin, kunhan vaatimukset ovat selkeät. Haastatteluissa koettiin tiedon jakamisen nykytason olevan muuten hyvin toimivaa, mutta toisinaan järjestelmien tai tiedon formaattien yhteensopimattomuus on aiheuttanut haasteita, mikä on ilmennyt myös tiedon hankinnan vaiheessa.

## **5.5 Tiedon käyttäminen**

Tehokkaan tiedonhallinnan prosessit johtavat tiedon hyödyntämiseen ja käyttämiseen, joka aiheuttaa muutoksia toimintaan (Choo 1995). Toiminnan muutoksella voidaan tarkoittaa esimerkiksi projektiin liittyvää päätöksentekoa.

Projektitiedonhallinnan tavoitteena on tehostaa tiedon hyödynnettävyyttä (Olawumi & Chan 2019), joten epäonnistunut tiedonhallinta voi aiheuttaa haasteita tiedon hyödynnettävyydelle. Rakennusprojektin sekä koko hankkeen aikana tuotetun tiedon, dokumenttien ja piirustusten määrän takia erityisesti projektin jälkeen tietyn tiedon löytäminen hankaloituu (Ruikar et al. 2007). Projektitiedonhallinnassa digitaalisella luovutusaineistolla pyritään helpottamaan tiedon löytämistä ja hyödyntämistä jatkossa (Liikennevirasto 2017). Haastatteluissa tiedon hyödynnettävyyden tai käytön haasteeksi ilmeni eri väylämuotojen tavat tuottaa aineistoa ja dokumentteja eri tavalla, mikä on johtanut aineiston

vaihtelevaan laatuun ja sisältöön. Tämä juontui aiemmista ohjeistuksista ja työskentelytavoista, jotka ovat olleet eri väylämuodoilla erilaisia. Toisaalta myös uusilla ohjeilla tuotetun aineiston laatu ja sisältö koettiin vaihtelevaksi väylämuodosta riippumatta, sillä uusia projektitiedonhallinnan menetelmiä ei ole ohjeistettu riittävän selkeästi. Tämä taas johtaa siihen, että organisaatiossa ei koeta tiedon hyödynnettävyyden olevan riittävän hyvällä tasolla.

Yksi keskeinen merkitys digitaalisella luovutusaineistolla on toimia kunnossapidon lähtötietona. Tietomallien hyödyntäminen rakennushankkeen käytön ja kunnossapidon vaiheessa on kuitenkin koettu yleisesti monimutkaiseksi (Munir et al. 2019). Sama ilmiö tuli esille haastatteluissa. Rakennusvaiheessa on tarkoitus tuottaa toteumamalli, jota kunnossapitovaiheessa voitaisiin hyödyntää lähtötietomallina. Tässä vaiheessa on haastattavien kokemusten mukaan kuitenkin suurimmat haasteet tiedon käytön osalta. Kunnossapidon teknologiat ja toteumamallin vaatimat teknologiat eivät ole kohdanneet, joten toteumamallin hyödyntämistä kunnossapidon lähtötietona ei ole saatu toteutumaan. Sama haaste on myös rakennusvaiheen lähtötiedoissa, joita ei eri formaattien tai puutteellisen sisällön vuoksi pystytä hyödyntämään. Tiedon hyödynnettävyyden haasteet aiheuttavat lisätyötä projekteihin.

## 5.6 Muut haasteet

Tietomallinnuksen ja uusien digitaalisten työskentelytapojen käyttöönotto vaatii organisaation kulttuurissa muutoksen, mikä tuo riskejä ja haasteita toimintaan (Munir et al. 2019). Tietomallinnuksen käyttöönoton keskeisimpiä haasteita saattavat olla esimerkiksi käyttäjien ymmärrys tietomallinnuksesta, vanhoihin tapoihin kiintyminen, innovatiivisuuden puuttuminen tai sopimukselliset tai yhteistyöhön liittyvät näkökulmat (Jacobsson & Merschbrock 2018). Nämä uusien menetelmien käyttöönottoon liittyvät haasteet aiheuttavat ongelmia projektitiedonhallinnan toteutumiselle. Haastatteluissa viitattiin muun muassa työskentelytapojen muuttamisen haasteeseen sekä osaamisen merkitykseen erityisesti uusien teknologioiden osalta.

Rakennusalan perinteinen työskentelytapa vaatii sopeutumista uuteen teknologiaan ja digitaalisuuteen siirtymisessä, sillä tietomallinnus muuttaa alan toimintatapoja huomattavasti (Bataw et al. 2016). Tietomallinnus ei ole pelkästään uusi työkalu, vaan kokonaan uusi tapa työskennellä, joten sen käyttöönotto vaatii aikaa (Jacobsson & Merschbrock 2018). Uusien toimintatapojen myötä projektitiedonhallinta muuttuu merkittävästi. Työskentelytapojen muuttuminen liittyy vahvasti organisaation ja työntekijöiden kulttuuriin, sillä ihmiset eivät helposti muuta hyväksi mieltämiään työskentelytapojaan (Craig & Sommerville 2006). Haastatteluissa uusien menetelmien käyttöönotto nähtiin monelle

haasteena, sillä vanhoilla tavoilla on totuttu työskentelemään monien vuosien ajan. Nämä vanhat työskentelytavat koetaan usein oikeiksi tavoiksi tuottaa esimerkiksi luovutusaineistoa, jolloin uusien ja mahdollisesti keskeneräisten menetelmien käyttöönotto nähdään aikaakuluttavana tai jopa turhana työnä. Tämä liittyi vahvasti siihen, että uuden menetelmän hyötyjä kyseisessä hankevaiheessa ei tunnisteta. Haasteita syntyy erityisesti, kun järjestelmät ja toimintatavat ovat vielä osin puutteellisia. Toisaalta toimintatapojen muutos nähtiin henkilöityvänä haasteena, sillä osa työntekijöistä on toisia kiinnostuneempia projektitiedonhallinnan ja sen uusien menetelmien kehittämisestä.

Jacobsson ja Merschbrock (2018) toivat tutkimuksessaan esille, että uusien työmenetelmien, kuten tietomallinnuksen, testaamisessa ei välttämättä ole kyse siitä, etteikö vanhasta tavasta oltaisi valmiita luopumaan. Sen sijaan kyse voi olla siitä, että uuteen menetelmään ei haluta laittaa resursseja, jos se ei osoittaudukaan toimivaksi. Tähän viitattiin myös haastatteluissa. Osa haastateltavista koki, että uusia menetelmiä ei haluta testata, sillä siihen liittyy mahdollisuus epäonnistumiseen ja siten ajan hukkaamiseen. Haastateltavat kuitenkin kokivat, että tätä voitaisiin edistää jakamalla hyviä projektitiedonhallinnan käytänteitä organisaation sisällä. Olawumi ja Chan (2019) näkevät tietämyksen (*knowledge*) jakamisen keskeisenä tekijänä tiedonhallinnan kehittämisessä uusien teknologioiden käyttöönotossa. Tietämystä esimerkiksi hyvistä toimintatavoista tulisi jakaa sekä sidosryhmien, projektitiimin että tietomallinnuksen asiantuntijoiden välillä, jotta hyvät toimintatavat tulisivat laajemmin käyttöön ja projektitiedonhallinta olisi sujuvampaa.

Tarkat ohjeet ovat edellytys tiedonhallinnan toteutumiselle (Craig & Sommerville 2006), ja haastatteluissa nousi usein esille ohjeiden ja vaatimusten puutteellisuus tai epäselkeys. Lisäksi oikeiden ohjeiden löytäminen koettiin haasteellisena. Haastateltavat kokivat, että ohjeiden avulla tiedonhallintasuunnitelmien sisältöä ja vaatimuksia voitaisiin kehittää, jolloin digitaalisen luovutusaineiston laatu, ajantasaisuus sekä luotettavuus paransivat. Väylähankkeiden tiedonhallintasuunnitelman laatimiseen löytyy pohja (Väylävirasto 2020c), joka on tarkoitettu suunnittelu- ja toteutusprojektien aineiston hallintaan. Tämä ohje ei kuitenkaan aseta vaatimuksia tiedonhallintasuunnitelman tarkemmalle sisällölle, vaan se kuvaa vain eri osat, joita suunnitelmassa tulee käsitellä. Haastateltavat kokivat, että organisaatiossa pitäisi asettaa yksiselitteiset vaatimukset siitä, mitä tiedonhallintasuunnitelmassa tulee vaatia urakoitsijalta, jotta suuria eroja tiedonhallintasuunnitelmien ja siten projektitiedonhallinnan toteutumisessa ei kohdattaisi.

Suurin osa kohdeorganisaation projektipäälliköistä ja -insinööreistä työskentelee useammassa hankkeessa samanaikaisesti, minkä takia heidän työmääränsä on suuri. Projek-

tipäällikön ja -insinöörien lisäksi myös esimerkiksi konsultit ja suunnittelijat työskentelevät usein monen projektin parissa samanaikaisesti, mikä lisää tiedonhallinnan haasteita (Ruikar et al. 2007). Tiedon saatavuudella on merkittävä rooli projektipäällikön työn tehokkuudessa (Pheng & Chuan 2006). Haastatteluissa ilmeni eräänä projektitiedonhallinnan haasteena projektipäälliköiden työmäärä sekä kiireinen aikataulu, joka aiheutti haasteita ohjeiden jatkuvan päivittymisen suhteen. Päivittyvien ohjeiden omatoiminen seuraaminen koettiin osassa haastatteluista hankalaksi työssä vallitsevan kiireen takia. Toisaalta ohjeiden muuttuminen kesken käynnissä olevan hankkeen nähtiin joissakin haastatteluissa haasteellisena, sillä tiedonhallintasuunnitelmat laaditaan aiempien ohjeiden pohjalta, jolloin projektitietoa on tuotettu niiden mukaan. Haastateltavat kokivat, että tällaisissa tilanteissa tarvittaisiin hanke- tai projektikohtaista tukea siihen, miten uudet ohjeet huomioidaan kyseisen hankevaiheen tiedonhallinnan toteuttamisessa, sillä toimintatapojen muuttaminen kuluttaa resursseja, joihin hankkeen alussa ei ole varauduttu.

Osaaminen on keskeisessä asemassa digitaalisten menetelmien käyttöönotossa, minkä vuoksi kaikki työntekijät pitäisi kouluttaa ja opastaa huolellisesti sekä uusien teknologioiden käyttöön (Olawumi & Chan 2019) että heidän rooliensa ja vastuidensa ymmärtämiseen (Bataw et al. 2016). Haastatteluissa nousi esille osaamisen puute useilla osa-alueilla digitaaliseen luovutusaineistoon liittyen. Haastateltavat kokivat esimerkiksi, että tietomallinnuksessa on joillakin toimijoilla vielä osaamisen puutetta. Siitä huolimatta haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että organisaatiossa on hyvät koulutusmahdollisuudet, ja koulutustarjontaa sekä tukea järjestelmien käyttöön löytyy. Ongelmaksi ilmeni se, että suuri osa koulutuksista on hyvin yleispäteviä, jolloin koulutuksesta ei välttämättä saa suoraa hyötyä omaan työhön. Haastatteluissa todettiin, että koulutusten pitäisi tapahtua enemmän työntekijöiden omassa työympäristössä. Esimerkiksi koulutus, jossa keskitytään talonrakentamiseen, ei tuo suurta hyötyä väylähankkeen rakennusprojektissa toimimiseen. Menetelmien ja teknologioiden opastus on tärkeää projektitiedonhallinnan ja digitaalisen luovutusaineiston laadukkaan toteutumisen kannalta, ja vaikka hyödyllistä koulutusta on kohdeorganisaatiossa saatavilla, on se osittain koettu liian yleispätevänä.

## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa kohdeorganisaation rakennusprojektien tiedonhallinnassa ilmenneitä haasteita ja kehityskohtia, joilla on vaikutusta digitaaliseen luovutusaineistoon sekä sen tuottamiseen ja laatuun. Kirjallisuuskatsauksen ja haastattelututkimuksen tuottamat tulokset, joita tarkasteltiin tiedonhallinnan prosessimallin vaiheissa, esiteltiin edellisessä luvussa. Tässä luvussa luodaan yhteenveto ja johtopäätökset tutkimuksen tuloksena tunnistetuista haasteista. Lisäksi arvioidaan tutkimuksen kontribuutioita, laatua, rajoitteita sekä jatkotutkimustarpeita. Lopuksi esitetään yhteenveto koko tutkimuksesta.

### 6.1 Haasteet ja kehityskohdat projektitiedonhallintaan digitaalisessa luovutusaineistossa

Kirjallisuuskatsauksen ja haastatteluiden perusteella ilmeni suuri määrä haasteita, joita väylähankkeiden rakennusprojektien tiedonhallintaan voidaan liittää. Keskeisimmät haasteet on koottu yhteen taulukkoon 2. Haasteiden huomioon ottaminen projektitiedonhallinnan kehitystyössä on olennaista. Mitä aikaisemmassa vaiheessa haasteisiin osataan reagoida, sitä paremmin projektitiedonhallinnan menetelmät kehittyvät, ja uusien järjestelmien kehityksessä osataan vastata näihin ongelmiin. Keskeisten haasteiden perusteella on tunnistettavissa joitakin kriittisiä kehityskohteita, joita kohdeorganisaatiossa olisi huomioitava tiedonhallinnan kehitysprojektissa.

**Taulukko 2 Projektitiedonhallinnan haasteet digitaalisessa luovutusaineistossa**

Tiedonhallinnan vaihe (Choo 1995)	Haaste	Mainittu kirjallisuudessa	Mainittu haastatteluisissa
Tietotarpeiden tunnistaminen	Digitaalisen luovutusaineiston sisältö ja vaatimukset	Munir et al. (2019)	Kyllä
	Tiedon merkityksen tunnistaminen	Choo (1995); Detlor (2010)	Kyllä
	Tietotekniikan (esim. tietomallin) arvon tunnistaminen	Stewart & Mohamed (2004)	Kyllä
	Selkeään ohjeistuksen puuttuminen	Olawumi & Chan (2019)	Kyllä
Tiedon hankinta	Käytettävien tietolähteiden määrittely	Choo (1995)	Ei
	Sidosryhmien järjestelmien/vaatimustasojen yhteensopimattomuus	Olawumi & Chan (2019)	Kyllä
	Tiedon hankinnan ja tuottamisen vastuut	Craig & Sommerville (2006); Kim & Chin (2019)	Kyllä
	Työyhteisö ja tietokannat	Choo (1995); Ruikar et al. (2007)	Kyllä/Ei
Tiedon organisointi ja varastointi	Ohjeistuksen puutteellisuus	Craig & Sommerville (2006)	Kyllä
	Tiedon tallennusmenetelmät ja -paikat	Ruikar et al. (2007)	Kyllä
	Uudet teknologiat ja menetelmät ei integroitu muihin menetelmiin	Olawumi & Chan (2019)	Kyllä
Tiedon jakaminen	Yhteistyön avoimuuden puute	Craig & Sommerville (2006); Olawumi & Chan (2019)	Ei
	Hankevaiheiden välisen yhteistyön puute	Hoeber & Alsem (2016)	Ei
	Työmenetelmien hyötyjen jakaminen	Craig & Sommerville (2006)	Kyllä
	Eriävät työskentelytavat, järjestelmät tai tiedonjakovälineet	Hoeber & Alsem (2016); Olawumi & Chan (2019)	Kyllä
Tiedon käyttäminen	Tiedon löytäminen ja hyödynnettävyys	Ruikar et al. (2007); Olawumi & Chan (2019)	Kyllä
	Toteumamallin hyödyntäminen kunnossapidossa	Munir et al. (2019)	Kyllä
Ei mainittu lähteessä Choo 1995	Uusien menetelmien käyttöönotto	Bataw et al. (2016); Munir et al. (2019)	Kyllä
	Yksiselitteiset ohjeet ja standardisointi	Craig & Sommerville (2006); Ruikar et al. (2007)	Kyllä
	Työmäärä	Pheng & Chuan (2006); Ruikar et al. (2007)	Kyllä
	Osaamisen ja koulutuksen puute	Bataw et al. (2016); Olawumi & Chan (2019)	Kyllä



Tiedonhallinnan prosessit muodostavat kehän, jonka vaiheet ovat yhteydessä toisiinsa. Tämän vuoksi edellisessä vaiheessa tehdyt toimet tai mahdolliset virheet vaikuttavat aina seuraavaan vaiheeseen. Kuten esimerkiksi tiedon tehokas organisointi ja varastointi luovat edellytykset tiedon jakamiselle (Choo 1995), aiheuttavat vastaavasti huonot tiedon organisoinnin käytänteet haasteita tiedon jakamiselle. Projektitiedonhallinnan kehittämistä on toteutettava prosessin kaikki vaiheet huomioiden, aina tarkoista tietotarpeiden määrittelyistä alkaen. Projektitiedonhallinnan ja digitaalisen luovutusaineiston ohjeiden kehittäminen liittyy tiedonhallinnan prosessimallin kaikkiin vaiheisiin. Haastateltavien mukaan yksiselitteiset vaatimukset ja yhdenmukaiset, tehokkaat projektitiedonhallinnan menetelmät muun muassa vähentäisivät päällekkäistä työtä ja edistäisivät tietotarpeiden määrittelyä, tiedon varastointia sekä tiedon hyödynnettävyyttä. Tämän vuoksi niiden kehittäminen on olennaista kaikkien projektitiedonhallinnan prosessien kannalta.

Ohjeiden kehittäminen, jota kohdeorganisaatiossa jatkuvasti tehdään, on keskeinen osa tietotarpeiden määrittelyä. Tietomallinnuksen ja tiedonhallinnan prosesseja tulee standardisoida projektien ainutkertaisuudesta huolimatta (Kim & Chin 2019; Olawumi & Chan 2019). Haastateltavat kokivat, että ohjeita tulee yhtenäistää, jotta eri väylämuotojen sekä eri toimijoiden välillä ei esiinny suuria eroavaisuuksia digitaalisen luovutusaineiston sisällössä ja laadussa. Tämä tarkoittaa vaatimusten rakentamista yksiselitteisiksi, jotta kaikkien on tuotettava esimerkiksi digitaalista luovutusaineistoa samalla kaavalla. Sisältövaatimusten selkeyttämiseksi ohjeiden ristiriitaisuuksiin pitäisi kiinnittää enemmän huomiota. Käytössä olevia ohjeita laaturaportointiin on esimerkiksi vuodelta 2009, jossa vaaditaan aineiston paperikopioita (kts. Tiehallinto 2009), sekä vuodelta 2020, jossa aineisto vaaditaan digitaalisena (kts. Väylävirasto 2020c). Haastateltavien mukaan projektipäälliköillä ei ole riittävästi aikaa omatoimiseen ohjeiden selailuun, mitä edelleen hankaloittaa useat samaa aihetta käsittelevät ohjeet sekä niiden ristiriitaisuudet. Tämän takia ohjeita tulee yhtenäistää ja selkeyttää. Lisäksi haastateltavat kokivat, että uusien ohjeiden ja menetelmien tuominen keskeneräisiin hankkeisiin vaatii projektikohtaista tukea. Käynnissä olevien hankkeiden vaiheet tulisi huomioida ohjeiden päivityksen yhteydessä.

Vaikka tiedon hankinta ei osoittautunut haastatteluiden perusteella suuria haasteita sisältäväksi osa-alueeksi, olisi organisaatiossa siitä huolimatta kiinnitettävä huomiota kirjallisuudesta esiin nousseisiin keskeisiin haasteisiin. Tiedon on oltava saatavissa projektissa niille henkilöille, jotka sitä tarvitsevat (Ruikar et al. 2007), minkä vuoksi organisaatiossa on huomioitava esimerkiksi tarpeelliset käyttöoikeudet tietokantoihin ja -järjestelmiin. Tämän lisäksi on tiedostettava yhteistyön merkitys tiedon hankinnassa (Choo 1995) ja ymmärrettävä tiedon tuottamisen vastuut ja roolit (Craig & Sommerville 2006; Kim & Chin 2019).

Tiedon organisoinnin ja varastoinnin haasteet liittyivät ohjeistuksen puutteellisuuteen, epäselvyyteen tiedon tallennuspaikoista sekä uusien järjestelmien ja menetelmien integrointiin osaksi muita työskentelymenetelmiä. Tiedostojen kokoamiseen ja tallentamiseen tulisi olla tietyt standardit, jotta tiedon jakaminen ja hyödynnettävyys kehittyvät (Ruikar et al. 2007). Vaikka kohdeorganisaatiossa on asetettu ohjeita esimerkiksi tiedostomuodoista ja kansiorakenteista (kts. Liikennevirasto 2017), on laajempi ja yksityiskohtaisempi standardisointi tarpeen. Tiedon organisointiin ja varastointiin nousi haastatteluissa kehitysehdotuksena esille organisaation integroitu tiedonhallintajärjestelmä, joka vähentäisi tarvetta siirrellä tietoa paikasta toiseen ja joka toimisi projektin aikaisena alustana tiedonhallinnalle. Tämä selkeyttäisi tiedon tallennuspaikkoja, jotka haastateltavat kokivat epäselviksi. Toisaalta tiedonhallinnan onnistumisen kannalta työmenetelmien ja tietoteknisten ratkaisujen yhteensopivuus on merkityksellistä (Laihonen et al. 2013, s. 13; Olawumi & Chan 2019), joten kaikkea ei tarvitse toteuttaa yhdessä järjestelmässä, jos menetelmät ja järjestelmät sopivat yhteen. Keskeisimpänä kehityskohteenä tiedon organisoinnissa voidaan nähdä tarkkojen ohjeistusten ja vaatimusten asettaminen sekä järjestelmien kehittäminen ja sovittaminen työmenetelmiä tukeviksi.

Projektitiedonhallinnassa tiedon jakaminen on keskeisessä asemassa (Craig & Sommerville 2006), mikä on huomioitava kohdeorganisaation projektitiedonhallinnan ja digitaalisen luovutusaineiston kehittämisessä. Tiedon jakamisessa on erityisesti huomioitava tiedonjakovälineiden sekä järjestelmien ja menetelmien yhteensopivuus (Olawumi & Chan 2019). Haastateltavat raportoivat lähinnä tiedon jakamisen haasteita sidosryhmien järjestelmien eroihin liittyen, mutta myös organisaation sisäisten menetelmien kehittäminen on olennaista tiedon jakamisen mahdollistamiseksi.

Tiedon, kuten tietomallin, hyödyntäminen on joissakin tapauksissa osoittautunut haasteelliseksi kohdeorganisaatiossa. Erityisesti kunnossapidossa tietomallia ei ole pystytty haastatteluiden perusteella hyödyntämään toivotulla tavalla, mikä on toistaiseksi teknologian puutteesta johtuva haaste (Munir et al. 2019). Toisaalta tietomallin hyödyntäminen rakennusvaiheessa koettiin haasteeksi, sillä se ei ole tuonut hyötyjä kaikkiin rakennusprojekteihin. Tiedon hyödyntämistä on kehitettävä kohdeorganisaatiossa, jotta uudet menetelmät saadaan sujuviksi. Haastatteluiden mukaan tietomallinnuksen ja digitaalisen luovutusaineiston tuominen merkitykselliseksi osaksi rakennusprojektia olisi keskeinen keino tähän. Tämän vuoksi menetelmien hyötyjä on tuotava selkeämmin esille (Craig & Sommerville 2006).

Koska väylähankkeiden rakennusprojektit sekä niiden projektitiedonhallinta ovat suuren muutoksen keskellä, on kehitykseen varmistettava resurssien riittävyys (Olawumi &

Chan 2019). Kulttuurin muutos on keskeisessä roolissa uusien teknologioiden ja työmenetelmien käyttöönotossa (Craig & Sommerville 2006; Bataw et al. 2016; Munir et al. 2019), joten uusien menetelmien implementointiin on panostettava. Projektitiedonhallinnan kehittämistä tulee lisäksi tehdä koko organisaation tasolla, sillä sen vaikutukset väylähankkeissa ja omaisuudenhallinnassa ovat merkittäviä. Laihonen et al. (2013) korostavat, että johtamiskäytäntöjen, yleisten toimintamallien sekä tietoteknisten ratkaisujen tulee olla sellaisia, että ne muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden ja tukevat työskentelyä. Haastatteluissa korostettiin, että kehittämisen on lähdettävä organisaation ylhäältä, sillä kehitystyö vaatii resursseja ja sitouttamista. Yhteiset pelisäännöt koko organisaatiossa ovat olennaisia projektitiedonhallinnan sekä digitaalisen luovutusaineiston kehittämisessä. Tämän takia kehitystyössä on huomioitava mahdollisimman laajasti eri toimijat, joihin projektien tiedonhallinnalla ja digitaalisen luovutusaineiston toteutumisella on vaikutusta.

## **6.2 Teoreettiset ja käytännön kontribuutiot**

Tutkimuksen aihe oli uusi, sillä digitaalista luovutusaineistoa projektitiedonhallinnassa ei ole vastaavalla tavalla tutkittu aiemmin. Siitä huolimatta tutkimuksessa voitiin hyödyntää yleisemmin projektitiedonhallinnan haasteita käsittelevää aineistoa. Kuten taulukosta 2 nähdään, olivat haastatteluissa ilmi tulleet haasteet tunnistettu aiemmissä tutkimuksissa. Tämä tutkimus tuo kuitenkin uuden näkökulman kyseisiin projektitiedonhallinnan haasteisiin, sillä se tarkastelee niitä digitaalisen luovutusaineiston kannalta. Tutkimus osoitti, että digitaaliseen luovutusaineistoon, joka on kehitetty edistämään projektitiedonhallintaa, liittyy pitkälti samoja haasteita, joita tiedonhallinnassa voidaan kohdata yleisesti.

Tutkimus oli kohdistettu tiettyyn väylähankkeita tilaavaan organisaatioon, mutta tutkimuksella on käytännön kontribuutioita organisaatioiden projektitoiminnan tiedonhallintaan. Tutkimuksessa tuli ilmi tiettyjä haasteita, jotka liittyvät digitaalisen luovutusaineiston projektitiedonhallintaan. Kyseiset haasteet ovat sellaisia, joita tulisi huomioida jokaisen organisaation projektitiedonhallinnassa. Erityisesti uusien teknologioiden ja projektitiedonhallinnan menetelmien käyttöönotossa kyseisten haasteiden tunnistaminen on tärkeää, jotta projektitiedonhallinnasta voidaan tehdä sujuvaa. Tutkimus tarjoaa organisaatioille pohjan myös mahdollisten haasteiden tunnistamiseksi, jotta niihin voidaan reagoida varhaisessa vaiheessa uusien menetelmien käyttöönotossa.

### 6.3 Tutkimuksen arviointi ja jatkotutkimustarpeet

Tähän tutkimukseen liittyy joitakin rajoitteita, joilla voi olla vaikutusta tutkimuksen luotettavuuteen ja laatuun. Tutkimuksessa toteutetut haastattelut kohdistettiin niin pienelle ryhmälle, että niissä ilmi tulleet haasteet eivät ole yleistettävissä. Siitä huolimatta ne tuovat tukea ja näkökulmia kirjallisuuskatsauksen tuloksille. Pienen otannan vuoksi haastattelujen henkilökohtaiset näkemykset ja mielipiteet korostuvat. Haastattelujen analysoinnissa on kuitenkin huomioitu otannan vaikutus vastausten yleistettävyyteen. Haastatteluisissa on lisäksi saattanut olla tulkintaeroja haastattelijan ja haastateltavan välillä, sillä lähestymistapa tutkimuksen aihepiiriin oli haastatteluiden osapuolilla hyvin erilainen. Tutkimuksen tekijälle väylähankkeet olivat entuudestaan melko tuntematon aihe, minkä takia myös käsitys niiden projektitiedonhallinnasta erosi haastateltavien näkemyksistä. Kirjallisuuskatsauksesta tunnistettuja tiedonhallinnan haasteita ja kompastuskiviä esiintyi haastatteluiden perusteella myös kohdeorganisaatiossa.

Tutkimuksen aihe on melko spesifi ja se kohdistuu tiettyyn kohdeorganisaatioon. Digitaalisen luovutusaineistosta ei ole aiemmin tehty vastaavaa tutkimusta, mutta monet tietomallinnusta sekä rakennusalan tiedonhallintaa käsittelevät tutkimukset liittyvät pitkälti samoihin teemoihin. Tutkimuksessa käytetyt tutkimusmenetelmät, kirjallisuuskatsaus ja haastattelut, tukivat hyvin toisiaan, sillä haastatteluiden avulla hankittu aineisto liitti yleisellä tasolla suoritetun kirjallisuuskatsauksen tulokset kohdeorganisaation tutkimusongelmaan. Haastatteluiden tulosten luotettavuutta ja laatua olisi kuitenkin voinut parantaa kasvattamalla haastatteluiden määrää, mutta tämä ei ollut mielekästä tutkimuksen laajuusrajoituksen takia.

Tutkimus vastasi asetettuihin tutkimuskysymyksiin kattavasti ja monipuolisesti. Projektitiedonhallinnan haasteita digitaalisessa luovutusaineistossa oli tunnistettavissa paljon. Keskeisimpänä haasteena ilmeni haastatteluiden perusteella ohjeistukset ja vaatimukset, jotka esiintyivät myös kirjallisuudessa. Tutkimuksessa ei kuitenkaan otettu tarkemmin kantaa siihen, minkä takia ohjeet ja vaatimukset ovat osoittautuneet niin suureksi haasteeksi. Tutkimuksen perusteella ensisijainen kehityskohde kuitenkin olisi digitaalisen luovutusaineiston ja projektitiedonhallinnan ohjeiden yhtenäistämässä sekä yksiselitteisten vaatimusten asettamisessa.

Tämä oli alustava tutkimus uudesta aiheesta, joten sillä on paljon jatkotutkimustarpeita. Mielenkiintoisia tutkimusaiheita ovat esimerkiksi tietomallinnuksen ja digitaalisen luovutusaineiston käyttöönottoon liittyvät riskit sekä erilaisten tietojärjestelmien käyttö ja yhteensovittaminen väylähankkeiden projektitiedonhallinnassa. Toisaalta kiinnostava näkökulma tutkimukseen on myös, millaisia tekijöitä projektitiedonhallinnan haasteiden

taustalla vaikuttaa. Näihin taustatekijöihin vaikuttaminen voisi olla tehokkaampaa kuin yksinkertainen ongelmien korjaaminen. Haastattelut toteutettiin tässä tutkimuksessa vain projektipäälliköille ja -insinööreille, joten tunnistetut haasteet ovat heidän näkökulmastaan. Tutkimus ei siis ota kantaa siihen, mitkä haasteet tai kehityskohteet todellisuudessa ovat ratkaistavissa, sillä järjestelmien ja ohjeiden kehittäjien näkökulmaa ei ole tutkimuksessa huomioitu. Tämän vuoksi on olennaista selvittää, mitä haasteita kohdeorganisaatiossa on mahdollista lähteä ratkaisemaan.

## **6.4 Yhteenveto**

Tutkimuksen tuloksena tunnistettiin useita väylähankkeiden rakennusprojektien tiedonhallinnan haasteita, jotka liittyvät digitaaliseen luovutusaineistoon. Haasteet jakautuvat pitkälti tiedonhallinnan prosessimallin vaiheisiin, minkä lisäksi oli tunnistettavissa joitakin yleisemmän tason haasteita. Keskeisiä projektitiedonhallinnan haasteita ovat esimerkiksi digitaalisen luovutusaineiston sisältövaatimukset, tiedon tallennuspaikat sekä uusien menetelmien käyttöönottoon liittyvät haasteet.

Projektitiedonhallinnan kokonaisuus on valtava, minkä takia sen prosessit on suunniteltava tarkasti. Väylähankkeiden rakennusprojektien projektitiedonhallintaa hankaloittaa hankkeisiin liittyvän tiedon määrä, joka on todella suuri. Jotta tiedonhallinnasta saadaan tehokasta ja sujuvaa, tulisi tunnistettuja haasteita huomioida projektitiedonhallinnan kehittämisessä. Tutkimuksen tulokset tarjoavat hyvän pohjan projektitiedonhallinnan kehittämiselle, mutta tutkimusaiheella on uutuutensa takia vielä jatkotutkimustarpeita.

## LÄHTEET

- Artto, K., Martinsuo, M. & Kujala, K. (2006). *Projektiliiketoiminta*. Helsinki: WSOY. 416 s.
- buildingSMART Finland (bSF) (2014). *InfraBIM-sanasto*. Saatavissa: <https://buildingsmart.fi/infrabim/infrabim-sanasto/> (Viitattu 23.7.2020)
- Chen, K. & Lu, W. (2019). Bridging BIM and building (BBB) for information management in construction: The underlying mechanism and implementation. *Engineering, Construction and Architectural Management* Vol. 26(7), pp. 1518–1532.
- Choo, C.W. (1995). *Information Management and the Intelligent Organization: Roles and Implications for the Information Professions*. Digital Libraries Conference 27-28 March 1995: Moving Forward into the Information Era. Singapore. Saatavissa: <http://choo.ischool.utoronto.ca/FIS/respub/DLC95.pdf>
- Choo, C.W., Furness, C., Paquette, S., van den Berg, H., Detlor, B., Bergeron, P. & Heaton, L. (2006). Working with information: information management and culture in a professional services organization. *Journal of Information Science* Vol. 32(6), pp. 491–510.
- Craig, N. & Sommerville, J. (2006). Information management systems on construction projects: case reviews. *Records Management Journal* Vol. 16(3), pp. 131–148.
- Detlor, B. (2010). Information management. *International Journal of Information Management* Vol. 30(2), pp. 103–108.
- Heagney, J. (2016). *Fundamentals of project management*. Amacom. 240 p.
- Hoeber, H. & Alsem, D. (2016). Life-cycle information management using open-standard BIM. *Engineering, Construction and Architectural Management* Vol. 23(6), pp. 696–708.
- Hwang, Y., Kettinger, W. J. & Yi, M. Y. (2013). A study on the motivational aspects of information management practice. *International Journal of Information Management* Vol. 33(1), pp. 177–184.
- Jacobsson, M. & Merschbrock, C. (2018). BIM coordinators: a review. *Engineering, Construction and Architectural Management* Vol. 25(8), pp. 989–1008.
- Jaggar, D., Ross, A., Love, P. E.D. and Smith, J. (2001). Overcoming information opacity in construction: a commentary. *Logistics Information Management* Vol. 14(5/6), pp. 413–421.

- Kokkonen, V.-M. (2017) Tiedonhallinta organisaatioiden yhteistyöprojekteissa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. 69 s.
- Kerzner, H. (2017). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. New Jersey: John Wiley & Sons. 848 p.
- Kim, Y. & Chin, S. (2019). An Analysis of the Problems of BIM-Based Drawings and Implementation During the Construction Document Phase. ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction Vol. 36, pp. 179–186. IAARC Publications, Waterloo.
- 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. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto - Tiedonhallinnan ja logistiikan laitos. 84 s.
- Lee, D.-G., Park, J.-Y. and Song, S.-H. (2018). BIM-Based Construction Information Management Framework for Site Information Management. Advances in Civil Engineering, pp. 1–14.
- Lee, J-N. (2001). The impact of knowledge sharing, organizational capability and partnership quality on IS outsourcing success. Information & Management Vol. 38(5), pp. 323–335.
- Lester, A. (2014). Project Management, Planning, and Control: Managing Engineering, Construction, and Manufacturing Projects to PMI, APM, and BSI Standards, Sixth Edition. Oxford: Butterworth-Heinemann, 568 p.
- Liikennevirasto (2017). Liikenneviraston ohjeita 12/2017. Tie- ja ratahankkeiden infamalliohje. Liikennevirasto. Helsinki. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2017-12\\_tie\\_ratahankkeiden\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-12_tie_ratahankkeiden_web.pdf) (Viitattu 29.7.2020)
- LIKE (2020). Tutustu infra-alaan: Tietoa infra-alasta, koulutuksesta ja työelämän mahdollisuuksista. Saatavissa: <https://infraosaaja.fi/tutustu-infra-alaan/> (Viitattu 13.8.2020)
- Macevičiūtė, E. & Thivant, E. (2019). Information management, in: Byström, K. & Ruthven, I. (2019). Information at Work, Facet Publishing, London, pp. 81–101.
- Munir, M., Kiviniemi, A. & Jones, S.W. (2019). Engineering, Construction and Architectural Management Vol.26(6), pp. 1171–1191.
- Partiainen, A. & Suntio, V. (2017). Digitaalinen luovutusaineisto: Pilottiprojektin loppuraportti 30.1.2017. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 15/2017. Saatavissa:

[https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/134037/lts\\_2017-15\\_978-952-317-377-4.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/134037/lts_2017-15_978-952-317-377-4.pdf?sequence=2&isAllowed=y) (Viitattu 27.7.2020)

Pheng, L.S. & Chuan, Q.T. (2006). Environmental factors and work performance of project managers in the construction industry. *International Journal of Project Management* Vol. 24(1), pp. 24–37.

Project Management Institute, Inc. (PMI). (2013). *Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (5th Edition)*. Project Management Institute, Inc. (PMI).

Riege, A. (2005). Three-dozen knowledge-sharing barriers managers must consider. *Journal of Knowledge Management* Vol. 9(3), pp. 18–35.

Ruikar, D., Anumba, C.J., Duke, A., Carrillo, P.M. & Bouchlaghem, N.M. (2007). Using the semantic web for project information management. *Facilities* Vol. 25(13/14), pp. 507–524.

Salminen, A. (2011). Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. Saatavissa: [https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf) (Viitattu 22.7.2020)

Siipo, J. (2004). *Infrahankkeen hallinta – politiikkaa ja tekniikkaa*. Tiehallinnon selvityksiä 16/2004. Saatavissa: <https://julkaisut.vayla.fi/pdf/3200866nfranhankkeenhall.pdf> (Viitattu 9.7.2020)

Stewart, R.A. & Mohamed, S. (2004). Evaluating web-based project information management in construction: capturing the long-term value creation process. *Automation in Construction* Vol. 13(4), pp. 469–479.

Tiehallinto (2009). *Urakoitsijan laaturaportointi*. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2200062-v-09-urakoitsijan\\_laaturaportointi.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2200062-v-09-urakoitsijan_laaturaportointi.pdf) (Viitattu 30.7.2020)

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.

Valkonen, M.-R., Kinnunen, U.-M., & Saranto, K. (2018). Tiedonhallinnan prosessimallin hyödyntäminen sosiaali- ja terveydenhuollon tiedonhallintaa koskevissa tutkimuksissa. *Finnish Journal of EHealth and EWelfare* Vol. 10(2–3), ss. 285–296.

Väylävirasto (2020a). *Hankkeet: Vt 5 Mikkeli-Juva*. Saatavissa: <https://vayla.fi/vt-5-mikkeli-juva> (Viitattu 29.7.2020)



Väylävirasto (2020b). Rautatieohjeet. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf7/rautatieohjeet\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf7/rautatieohjeet_web.pdf) (Viitattu 27.7.2020)

Väylävirasto (2020c). Väyläviraston ohjeita 8/2020: Suunnittelu- ja toteutusprojektien aineiston hallinta Velho-järjestelmässä. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2020-08\\_suunnittelu\\_toteutusprojektien\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-08_suunnittelu_toteutusprojektien_web.pdf) (Viitattu 30.7.2020)

Wei, L., Liufei & Jiantao, D. (2016). The Application of Construction Project Information Management Based on the Experimental Simulation. International Conference on Smart Grid and Electrical Automation, IEEE.

YIV (2019). Yleiset inframallivaatimukset YIV 2019/1. BuildingSMART Finland, Infratoimialaryhmä. Saatavissa: [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019\\_1.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019_1.pdf) (Viitattu 30.7.2020)

## LIITE A: TUTKIMUKSEN AINEISTO

Teema	Tekijä(t)	Tutkimuskohde	Tutkimusmenetelmä	Tutkimuksen tulokset
Tiedonhallinta	Choo (1995)	Organisaation oppiminen ja tiedonhallinnan prosessin vaiheet.	Teoreettinen analyysi	
	Detlor (2010)	Tiedonhallinnan käsitteen määrittely.	Teoreettinen analyysi	Prosessiorientoitunut tiedonhallinnan käsitys, johon on kolme näkökulmaa, joista organisaattorinen osoittautui ensisijaiseksi.
Rakennusalan projektitiedonhallinta	Stewart & Mohamed (2004)	Web-pohjaisen tietotekniikan tuoma arvo projektitiedonhallinnalle rakennusalan alalla. Perustuen olemassa olevaan viitekehykseen tietotekniikan tuomasta arvosta projektitiedonhallinnan prosessiin (viidestä eri näkökulmasta).	Empiirinen kyselytutkimus 82:lle rakennusurakoitsija- ja projektinhallintaorganisaation asiantuntijalle	Viitekehyksen viisi näkökulmaa (operationaalinen, hyödyt, käyttäjäorientaatio, strateginen kilpailuetu, teknologia) ovat yhteydessä toisiinsa projektitiedonhallinnan arvonluonnissa, joitakin pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta.
	Craig & Somerville (2006)	Rakennusprojektien tiedonhallintajärjestelmät.	Kirjallisuuskatsaus ja tapaustutkimus kolmelle rakennusprojektille	Tiedonhallintaa tukevat järjestelmät mahdollistavat projektiryhmien paremman yhteistyön ja integraation.
	Ruikar et al. (2007)	Semanttisen webin hyödyntäminen projektitiedonhallinnan tukena rakennusprojektissa.	Kirjallisuuskatsaus	Semanttisen web-teknologian hyödyntäminen mahdollistaa rakennusprojekteissa muun muassa tehokkaamman tiedon saatavuuden sekä projektinhallinnan.

	Partiainen & Suntio (2017)	Digitaalisen luovutusaineiston muodostaminen ST-hankkeessa.	Pilottiprojekti	Ehdotukset digitaalisen luovutusaineiston muodostamiseen sekä ohjeiden kehitykseen.
Tietomallinnus ja tiedonhallinta	Bataw et al. (2016)	Tietomallinnuksen integrointi osaksi rakennusalaan.	Kirjallisuuskatsaus, kyselytutkimus ja tapaustutkimuksen analyysi	Tietomallinnus voi tehostaa rakennusalan työskentelyä monin tavoin. Tietomallinnuksen integraatioon liittyy monia haasteita, jotka tulee huomioida käyttöönoton onnistumiseksi.
	Hoeber & Alsem (2016)	Avoimen standardin tietomallinnuksen hyödyntäminen tiedonhallinnan elinkaaren ja infran omaisuudenhallinnan näkökulmasta.	Kirjallisuuskatsaus ja tapaustutkimus	Avoimen standardin tietomallinnusta voidaan hyödyntää tiedonhallinnan elinkaareissa ja omaisuudenhallinnassa, ja sillä on useita etuja tiedonhallinnalle.
	Jacobsson & Merschbrock (2018)	Tietomallinnuskoordinaattorien roolit, tehtävät ja vastuut.	Kirjallisuuskatsaus ja haastattelututkimus 4:lle tietomallinnuksen asiantuntijalle	Keskeisimpiin tietomallinnuskoordinaattoreiden vastuisiin kuuluvat tieto- ja viestintävirtojen hallinta, suunnitelmamuutosten koordinaatio sekä uusien työmenetelmien ja teknologioiden kehitys ja tukeminen.
	Lee et al. (2018)	Tietomallinnukseen perustuvan työmaan tiedonhallinnan tietokantajärjestelmä rakennusvaiheen tiedon tehokkaaseen hallintaan.	Analysoi työmailla tuotettua tietoa	Työmaalla tuotetun tiedon kategorisointijärjestelmä, ja tietokantajärjestelmä organisoitun tiedon tallentamiseen.
	Chen & Lu (2019)	Tietomallinnuksen ja rakentamisen yhdistämisen hyödyt rakennusalan tiedonhallinnassa.	Kirjallisuuskatsaus ja tapaustutkimus	Tiedon määrän, laadun ja saatavuuden kehittäminen edistävät tietomallinnuksen ja rakentamisen yhdistämisen hyötyjä tiedonhallinnalle.

	Kim & Chin (2019)	Tietomallinnukseen perustuvien piirustusten ja tietomallinnuksen implementoinnin haasteet rakentamisen dokumentaatiovaiheessa.	Kirjallisuuskatsaus ja haastattelu-/kyselytutkimukset	Metodeja tietomallinnukseen perustuvien piirustusten tuomiseen dokumentaatiovaiheeseen sekä malli näiden piirustusten laadun arvioimiseen.
	Munir et al. (2019)	Tietomallinnukseen perustuvan omaisuudenhallinnan arvo liiketoiminnalle.	Tapaustutkimus	Strategiat tietomallinnusprosesseihin adaptoitumiseen sekä niiden implementointiin haasteet ja hyödyt huomioiden.
	Olawumi & Chan (2019)	Viitekehysten luominen tietomallinnukseen osana projektitiedonhallintaa.	Kirjallisuuskatsaus ja tapaustutkimus	Viitekehys. Suosituksia ja strategioita tietomallinnuksen ja uusien teknologioiden implementointiin ja tietomallinnuksen tuomiseen osaksi projektin elinkaarta.
Rakennusalan projektipäälliköt	Pheng & Chuan (2006)	Rakennusalan projektipäälliköiden työn tehokkuuden edistäminen tunnistamalla työympäristössä vaikuttavat tekijät.	Empiirinen kyselytutkimus 30 projektipäällikölle	13 tekijää 15:stä vaikuttaa työn tehokkuuteen, näistä merkittävin oli projektiryhmän tiimityö.

## LIITE B: HAASTATTELUKYSYMYKSET

### Projektitiedonhallinta yleisesti

- Miten ymmärrät käsitteen projektitiedonhallinta?
- Millaiseksi koet väylähankkeiden rakennusprojekteihin liittyvän tiedonhallinnan yleisesti?
- Mitä hyötyjä digitaalisesta luovutusaineistosta on?
- Ovatko luovutusaineiston vaatimukset ja ohjeistukset selkeitä?
- Kuka luovutusaineistosta ja sen toteutumisesta vastaa?

### Projektitiedonhallinnan nykytila

- Miten digitaaliseen luovutusaineistoon liittyvä tiedonhallinta on sujunut yleisesti?
- Millaisia haasteita tiedonhallintaan digitaalisessa luovutusaineistossa liittyy?
- Millainen vaikutus projektien keskeisimmillä sidosryhmillä on digitaalisen luovutusaineiston kipupisteisiin?
- Eri väylämuotojen hankkeisiin liittyy erilaisia ohjeita ja säädöksiä, jotka voidaan nähdä projektien tiedonhallintaan liittyvänä haasteena. Olisiko ohjeita mahdollista yhtenäistää?
- Liittyykö tietojärjestelmien määrään haasteita digitaalisen luovutusaineiston tai sen hyödyntämisen näkökulmasta?

### Kehitysehdotukset

- Millaisilla muutoksilla luovutusaineistoa voitaisiin parantaa?
- Millä organisatorisella tasolla toimintaa tai tiedonhallintaa pitäisi kehittää luovutusaineiston kehittämiseksi?
- Millaisia kehitysehdotuksia näet tiedonhallintaan digitaalisessa luovutusaineistossa?