

Opinnäytetyö (YAMK)

YRAKES15

2019

Ville Raitanen

**TIETOMALLIEN
HYÖDYNTÄMISEN
NYKYTILA-ANALYYSI SEKÄ
KEHITTÄMISEN TIEKARTTA
RAKENNUSYRITYKSELLE**

Ville Raitanen

TIETOMALLIEN HYÖDYNTÄMISEN NYKYTILA-ANALYYSI SEKÄ KEHITTÄMISEN TIEKARTTA RAKENNUSYRITYKSELLE

Kohdeorganisaatiolle toimeksiantona suoritetussa opinnäytetyössä analysoitiin tietomallintamisen nykytilaa sekä tulevaisuuden tavoitteita, joiden perusteella määritettiin vaihtoehtoinen tiekartta tulevaisuuden tavoitteiden saavuttamiseksi. Opinnäytetyö liittyi yrityksessä käynnissä olleeseen kehityshankkeeseen, joka oli valittu keväällä 2019 yrityksen yhdeksi kärkihankkeeksi.

Kirjallisuustutkimus keskittyy tietomallintamisen taustojen kartoittamiseen, tietomallien hyödyntämismahdollisuuksien selvittämiseen rakennushankkeen eri vaiheissa sekä tunnistettujen tietomallipohjaisen toimintavan yleistymisen esteinä olevien ongelmien esiintuomiseen. Lisäksi selvitettiin lyhyesti toimintaympäristön muutosta ja tulevaisuuden näkymiä.

Osana opinnäytetyötä selvitettiin tietomallintamisen nykytila kohdeorganisaatiossa analysoimalla organisaation suorittaman lähtötilannekyselyn tulokset. Lähtötila-analyysi toimii pohjatietona organisaation tietomallintamisen nykytilan ymmärtämiseksi ja konkretisoi oleellista taustatietoa tarvittavan päätöksenteon tueksi. Nykytila-analyysin johtopäätöksiä vahvistaa suoritettujen asiantuntijahaastattelun näkemykset.

Kehittämistehtävän lopputuloksena esitetään kohdeorganisaatiolle tiekartta tietomallipohjaisen toimintatavan käyttöönottamiseksi ja kehittämiseksi. Yrityksen johdolla on mahdollisuus hyödyntää opinnäytetyön tuloksia päätöksenteon taustatietona, kun organisaatio määrittää tietomallipohjaisen toimintatavan tavoitteita sekä jalkauttamista. Päätöksentekoprosessin olennaisena osana on tunnistaa sekä määrittää, mitä tietomallipohjaisella toimintatavalla halutaan ratkaista sekä mihin ongelmaan, haasteeseen tai mahdollisuuteen organisaatio tietomallipohjaista toimintatapaa hyödyntää.

Organisaation henkilöstön asenteet tietomallintamista kohtaan ovat nykytila-analyysin tulosten valossa positiiviset. Laadukkaasti, osallistavalla ja läpinäkyvällä tavalla johdettu muutos kohti tietomallipohjaista toimintatapaa on toteutettavissa, sillä muutosvastarinta on odotusarvoisesti matalaa. Organisaatiolla on valmiudet omaksua uusi toimintatapa ja käytännöt, mikä luo edellytykset toiminnan kehittämiseksi kohdeorganisaatiossa.

ASIASANAT:

Bim, Tietomallintaminen, Muutosjohtaminen, Tiekartta.

MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Master's Degree Programme in Construction

December 2019 | 76 pages , 1 page in appendix

Ville Raitanen

BUILDING INFORMATION MODELLING – CURRENT STATE ANALYSIS AND A DEVELOPMENT ROAD MAP FOR A CONSTRUCTION COMPANY

The present Master's thesis was commissioned by the target organization and includes an analysis of both the current state of Building Information Modeling (BIM) in the organization and its future goals, which were used to determine an alternative road map to achieve the objectives for the future. The thesis is related to an ongoing development project in the organization, the development project in question was selected as one of the organization's top projects in the spring of 2019.

The literature review focuses on the background of BIM, the potential of using BIM at different stages of a construction project and on the identified barriers in the process. In addition, a brief review of the known changes in the operating environment and future prospects is included in the study.

In the first part of the thesis, the current state of BIM in the target organization was investigated by analyzing the results of the performed initial state analysis. The results serve as a basis for understanding the current state of the organization's expertise of BIM and concretize relevant background information to support future decision-making. The conclusions of the analysis are confirmed by the views of an expert interview conducted.

As a result of the study, an alternative road map for the implementation of a BIM based operating model is introduced. The management of the organization has an opportunity to use the results as a background information for decision-making for goals and the implementation of BIM based model of operation. An essential part of the decision-making process is to identify and define what the organization wants to solve with the BIM based model of operation and on which problems, challenges or opportunities the BIM based operation model is applied to.

In the light of the current state analysis, the staff's attitudes towards BIM are positive. A change towards a BIM based model of operation is possible, if managed in a high-quality, inclusive and transparent way, as resistance to the change can be expected to be low. The organization has the ability to adopt the new models and practices, which create the prerequisites for the operational development in the target organization.

KEYWORDS:

Building Information Modeling, BIM, Change Management, Road Map.

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	1
1.1 Kehittämistehtävän tausta	1
1.2 Kehittämistehtävän tavoitteet ja rajaus	2
1.3 Opinnäytetyössä hyödynnettävät menetelmät	3
2 TIETOMALLINTAMINEN	4
2.1 Tietomallintamisen tarve	5
2.2 Tietomallintaminen talonrakentamisessa	7
2.3 Tietomallintamisen hyötyjä talonrakennusyrityksessä	9
2.4 Tietomallintamisen hyödyt rakennushankkeen vaiheissa	10
2.4.1 Hankekehitys	10
2.4.2 Suunnittelu	12
2.4.3 Tuotanto	13
2.5 Tietomallintamisen tunnistettuja haasteita	16
2.5.1 Tekniset ongelmat	17
2.5.2 Juridiset ongelmat	18
2.5.3 Johtamisen ongelmat	19
2.6 Tietomallintamisen tulevaisuuden näkymiä	20
2.6.1 Esivalmistuksen hyödyntäminen	21
2.6.2 Virtuaalitodellisuus ja laajennettu todellisuus	22
2.6.3 Viranomaistyön murros	23
3 LÄHTÖTILA-ANALYYSI	25
3.1 Lähtötila-analyysin kuvaus	25
3.2 Tietomallintamisen hyödyntämisen nykytila	26
3.3 Tietomallintamisen suunnitteluun liittyvät asiakirjat sekä työskentelytavat	28
3.4 Koordinaattoreiden / ulkoisten konsulttien käyttö	30
3.5 Tietomallintamisen tasot	32
3.6 Tietomallien hyödyntäminen kustannuslaskennassa	33
3.7 Tietomallien hyödyntäminen hankintatoimessa	37
3.8 Tietomallien hyödyntäminen tuotannossa	37
3.9 Osaamisen nykytila	40
3.10 Yhteenveto ja tulokset	42

4 LÄHITULEVAISUUDEN TAHTOTILAKYSELYN ANALYSOINTI	44
4.1 Tietomallinnettavat hankkeet vuosilla 2020–2021	45
4.2 Tietomallintamisen hyödyt ja hyödyntäminen hankkeen eri vaiheissa	47
4.2.1 Hankekehitys	48
4.2.2 Suunnittelu	49
4.2.3 Tuotanto	52
4.3 Tietomallintamisen resurssit sekä koulutussuunnitelma	55
4.4 Konkreettiset tietomallitavoitteet seuraavan kahden vuoden ajanjaksolle	57
4.5 Tietomallikoordinointi	58
5 ROADMAP – TIEKARTAN MÄÄRITTÄMINEN	60
5.1 Muutostarve	62
5.2 Tietomallintamisen tiekartta	64
5.2.1 Välitavoite 1	66
5.2.2 Välitavoite 2	66
5.3 Välitavoitteiden läpivienti	67
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	69
6.1 Tulosten arviointi	69
6.2 Jatkotutkimukset ja tunnistetut kehittämistarpeet	70
7 YHTEENVETO	72
LÄHTEET	74
KUVAT	
Kuva 1. Kuvakaappaus laajan Revit–mallin renderöinnistä (www.bimxplorer.com).	8
Kuva 2. 3D–tietomallin muuntaminen kuvaksi virtuaalikameran avulla (Johansson 2016).	23
Kuva 3. Kuvakaappaus Vantaan rakennusvalvonnan tietomalliohjeesta	24
Kuva 4. Tietomallien hyödyntäminen projekteissa tällä hetkellä.	28
Kuva 5. Tietomalliasiakirjoihin liittyviä kommentteja.	30
Kuva 6. Pilottihankkeen ARK–mallinnuksen päätasot kuvattuna.	33
Kuva 7. Tietomallien määrätiedon hyödyntäminen rakennusprojektissa.	34
Kuva 8. Kuvakaappaus kohdeorganisaation hankkeen TATE–yhdistelmämallista.	38
Kuva 9. Kuvakaappaus pilottihankkeen yhdistelmämallin tarkastusraportista.	52
Kuva 10. Työmaan tietomallipohjainen aluesuunnitelma. Tietomallia täydennetty työmaakomponenteilla.	53
Kuva 11. Tietomallipohjainen aikataulusuunnittelu, kuvakaappaus.	54

Kuva 12. Muutosjohtamisen vaiheet.	61
Kuva 13. Tietomallin soveltuminen tunnistettuihin muutostarpeisiin.	64
Kuva 14. Tietomallintamisen tiekartta.	65
Kuva 15. Tiekartan askeleen jako osavaiheisiin.	68

KUVIOT

Kuvio 1. Arvonlisäykseen perustava työn tuottavuus. (Tilastokeskus 2017).	6
---	---

TAULUKOT

Taulukko 1. Tietomallintamisen hyödyt rakentamisen eri vaiheissa.	9
Taulukko 2. Arkkitehtisuunnittelun mallinnustasot.	32
Taulukko 3. Nimetyt Tietomallihankkeet 2020–2021.	45
Taulukko 4. Konkreettiset tavoitteet 2020–2021.	57
Taulukko 5. 2010–luvun kovimmat kasvajat.	62

LIITTEET

Liite A. Tietomallintamisen tiekartta.	
--	--

1 JOHDANTO

1.1 Kehittämistehtävän tausta

Tietomallintaminen eli Building Information Modelling (BIM) on viimeisten vuosikymmenten aikana laajasti yleistynyt geneerinen ICT-pohjainen teknologia, sekä ennen kaikkea uudenlainen tapa toimia rakentamisessa (Eastman ym. 2011). Suomessa tietomallintamisen hyödyntäminen on yleistynyt viime vuosina kiihtyvällä tahdilla, josta indikaattorina toimii lukuisat tutkimushankkeet sekä mm. useille eri rakennusliikkeille suoritettut opin- näyte- ja diplomityöt. Tietomallintamisen käyttöönottamiseen liittyy pyrkimys muuttaa koko toimialaa ja rakentamisprosessia, kiinteistön ylläpitoa ja luoda uudenlaisia yhteis- toiminta ja sopimusmalleja.

Tietomallintamiseen on liitetty vahvoja argumentteja sekä lupauksia rakennusprosessin eri toimijoiden huomioimisesta rakennuksen elinkaaren aikana. Suurimmat odotukset kohdistuvat tietomallien käyttöön perustavaan suunnitteluprosessiin, jonka avulla suunnittelun virheet voidaan eliminoida ja parantaa rakentamisen laatua. Toisaalta tietomal- lintamisen odotukset asiakkaalle tuotettavassa lisäarvossa ja palvelulähtöisyydessä ko- rostuvat tietomallintamisen mahdollisuuksista puhuttaessa (mm. Airaksinen ym. 2011).

Rakennusliike Lapti Oy toimii rakentamisen toimialalla, päätuotteena omaperustainen asuntotuotanto sekä asuntojen että palvelutilojen KVR-urakointi. Toimitilarakentaminen sekä perinteinen rakennusurakointi osana liiketoimintaa. Opinnäytetyö täydentää yrityk- sen käynnistämää tietomallinnuksen kehitysprojektia, joka käynnistyi organisaation läh- tötilakyselyllä toukokuussa 2019. Yrityksen tuotannon ohjaaminen on ollut hyvin alueor- ganisaatio johtoista, minkä seurannaisena ei ollut muodostunut kokonaisvaltaista ym- määrrystä tietomallintamisen hyödyntämisestä organisaatiotasolla ennen kehitysryhmän suorittamaa lähtötilannekyselyä. Vahvasti alueille keskittyneen tuotannonjohdon myötä ei ollut syntynyt myöskään kattavaa ymmärrystä, mitä tietomallintamisen kehittämisen eteen yrityksen alueyksiköissä on jo tehty. Yleisesti todettakoon, että tietomallinnusta on hyödynnetty satunnaisesti yksittäisissä projekteissa pilotti- ja tarveperusteisesti, ilman yrityksen ylätasolta suoritettua ohjausta.

Rakennusalan suunnittelu- ja tuotantoprosessit tulevat digitalisoitumaan lähitulevaisuu- dessa. Kehityksen keskeisenä veturina tulee toimimaan tietomallipohjaisen toimintata- van nopea yleistyminen. Digitalisaatio luo mahdollisuudet rakennusalan

tuottavuusloikalle ja kansainvälisen kilpailukyvyn merkittävälle parantumiselle, luoden samalla lisäarvoa rakennusten käyttäjille, ylläpitäjille ja toteuttajille. Muutosprosessiin liittyy olennaisesti uudet vaatimukset ammattiosaamiselle sekä alan prosesseille, joiden edellytyksenä on laaja panostus henkilöstön koulutukseen. Osaamistavoitteiden tunnistaminen, arvioiminen sekä mittaaminen tulee toimijoiden määritettäväksi, eri rooleilla, tasoilla ja toimenkuvilla toimivien henkilöiden osalta. (Jävälä & Lehtoviita 2016, 85)

1.2 Kehittämistehtävän tavoitteet ja rajaus

Kehittämistehtävän perusoletuksena on tietomallintamisen konkreettinen hyöty kohdeyrityksen sisäisten prosessien osana. Kehittämistehtävän tavoitteena on syventyä tietomallintamisen lähtötilanteen analysointiin sekä lähitulevaisuuden tavoitetilan tarkasteluun yrityksessä, perustuen toimeksiantajayrityksen tahtotilaan ja tarpeeseen kehittää tietomallien hyödyntämistä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tukea yrityksen tietomalliosaamista ja toimia lähtölaukauksena osaamispääoman kasvattamisessa, tunnistaen lähtötilan ja askelmerkit lähitulevaisuudella sekä kannustaa organisaation varsin itsenäisesti toimivia alueyksiköitä yhteistyöhön tietomalliosaamisen kehittämiseksi. Työtapojen sekä toimintamallien yhtenäistäminen koetaan ensiarvoisen tärkeäksi osaksi tietomallintamisen toimintatavan kehittämistä, sillä tulevaisuudessa tietomallintamisen hyödyntämistä tullaan todennäköisesti johtamaan sekä kehittämään organisaatiossa yhdessä. Opinnäytetyön lopputuloksena organisaatiolle määritetään tiekartta tietomallintamisen käyttöönottamiselle ja kehittämiselle, päätöksenteon lähtötietona hyödynnettäväksi.

Kehitystehtävän taustalla toimivan kehitysryhmän tulee jättää yrityksen johdolle oma näkemys tietomallintamisen hyödyntämisestä nyt ja tulevaisuudessa toimeksiantajan toiminnan kehittämisestä sekä ohjaamista varten. Opinnäytetyössä ei keskitytä yksityiskohdaisiin keinoihin tietomallintamisen osaamisen tason tai käyttöönotettavien menetelmien esiin nostamiseksi, vaan keskitytään tunnistamaan organisaatiolle sopiva tahtotila ja määrittämään sen perusteella askelmerkit lähitulevaisuudelle strategisella tasolla. Opinnäytetyöstä on myös rajattu ulos yrityksen ICT-Järjestelmien soveltuvuuden tarkastaminen ja arviointi, sillä se tulee suorittaa yhdessä organisaation tietohallinnon sekä ohjelmistojen ja prosessien omistajien kanssa.

1.3 Opinnäytetyössä hyödynnettävät menetelmät

Opinnäytetyö tukee yrityksen sisäisen kehitysryhmän toimintaa. Opinnäytetyön suorittaja toimii kehitysryhmän koordinaattorina. Kehitystyön suoritus koostuu kirjallisuustutkimuksesta, kehitysryhmän suorittaman empiirisen lähtötilanne- ja tavoitetilaselvityksen analysoinnista, tavoitetilan muodostamiseksi saatujen kommenttien ja workshop-tyyppisen työpajan huomioista sekä erityisosaaja haastattelun tiedon hyödyntämisestä.

Opinnäytetyön aihepiiristä löytyy useita tutkimuksia sekä julkaisuja, joista on mahdollista saada kattava kuva aihepiirin nykytilasta. Aihe on hyvin ajankohtainen, minkä takia ajankohtaisia artikkeleja, tutkimuksia sekä muita julkaisuja aiheesta ilmestyy tiheässä tahdissa. Tilastot, raportit yms. aineistot ovat hyödynnettävissä tukemaan substanssikirjallisuutta, yhdessä tehtyjen tutkimusten ohella.

Tutkimusaineisto koostuu toimeksisaajan kehitysryhmän osana muodostetusta kyselyaineistosta. Yrityksen lähtötilakysely suoritettiin keväällä 2019. Opinnäytetyössä lähtötilakyselyn aineisto analysoidaan kirjallisuustutkimuksen havaintoja sekä aikaisempia tutkimuksia hyödyntäen. Yrityksen lähitulevaisuuden tahtotilaselvitys suoritettiin syksyllä 2019 opinnäytetyön kirjoittamisen aikana. Tulokset on analysoitu opinnäytetyön osana, ja toimivat lähtötietona tulevaisuuden tiekartan määrittämistä varten.

2 TIETOMALLINTAMINEN

Rakentamisen tietomallintaminen määritellään usein teknologiana, joka käsittelee rakennuksen tietoja, erityisesti kolmiulotteisia arkkitehti-, rakenne- ja taloteknisiä malleja, joiden avulla pyritään mallintamaan rakennus tai sen osia. Kolmiulotteisiin malleihin on sisällytetty rakennusosia koskevaa parametrilista tietoa, jota hyödynnetään rakennusprosessin eri vaiheissa. Parametrisellä tiedolla taas tarkoitetaan tietomallin sisältävien objektien sisältämää täsmällistä tietoa, esimerkiksi objektin mitta- ja materiaalitiedot.

Howell & Batcheler määrittävät rakentamisen tietomallit sisältämänsä tiedon mukaan paikaksi, johon on koottu kaikki rakennusta koskeva informaatio (Howell & Batcheler 2005, 1). Hietasen mukaan tietomallit ovat uusi tapa tuottaa, jäsentää sekä välittää tietoa rakennusprosessissa. Yleisesti tietomallintamisella tarkoitetaan rakennushankkeen kolmiulotteista suunnittelua, jonka keskiössä on rakennushankkeessa tarvittavan tiedon tallentaminen tietomalliin parametrimuotoisia objekteja hyödyntäen. Objektien avulla tietomallin tiedot voidaan käsitellä tietokoneella rakennuksen osina, perinteisen viiva- ja geometriatiedon sijaan. (Hietanen 2005, 28–29)

Tietomallintamisen keskeinen ominaisuus on rakennushankkeen eri osapuolten erilaisilla tietomalliohjelmilla koostettujen tietomallien hyödynnettävyys yhteisen tietokannan avulla. Toisaalta tietomallintamista määrittää jo uudenlaisten yhteistyömuotojen kehittyminen ja kehittäminen, joita tietomallintaminen mahdollistaa sekä edellyttää. Tietomallintamiseen liittyvän tiedonvaihdon mahdollisuudet liittyvät pyrkimykseen vaikuttaa rakentamisen prosesseihin ja kehittää yhteistyötä rakennushankkeiden sisällä. (Mäki ym. 2012)

Yhdysvaltalainen komitea The National Building Information Modelling Standards (NBIMS) määrittää tietomallintamisen kiinteistön fyysisten ja toiminnallisten ominaisuuksien digitaaliseksi esitykseksi sekä kiinteistön informaatiovarastoksi, joka muodostaa luotettavan perustan päätöksenteolle kiinteistön elinkaaren ajalle (Alzhar 2012).

Tietomallintaminen rinnastetaan usein virheellisesti rakennusten 3D-mallintamiseen. Tietomallintaminen ja 3D-mallinnus eroaa merkittävästi toisistaan. Suurin ero tietomallintamisen ja 3D-mallintamisen osalta selviää edellä esitetyn objektien parametritietosivallön osalta, mutta toisaalta tietomallintamisessa eri osapuolten yhteistyö sekä tietomallinnuksen prosessinomaisuus erottavat myös tietomallintamisen 3D-mallinnuksesta.

Suomessa tietomallintamista on vauhditettu muun muassa TEKES-rahoitteisella ProIT-ohjelmalla vuosina 2002-2005 sekä strategisen huippuosaamisen keskittymän SHOK:n tutkimusohjelma PRE:n avulla vuosina 2010–2013. Yhtenä merkittävimmistä tietomallintamisen käyttöönottamisen sekä hyödyntämisen kehitysaskelista on ollut Yleisten Tietomallivaatimusten julkaiseminen vuonna 2012 (YTV 2012). YTV vaatimukset ja ohjeet määrittävät perustan toimintatavalle talonrakennushankkeiden tietomallintamiselle. (Jävälä & Lehtoviita 2016, 8)

YTV 2012 koostamisesta on vastannut BuildingSMART Finland, joka on suomalaisten kiinteistö- ja infra-alan omistajien sekä palveluntuottajien muodostama yhteistyöfoorumi. Omistajien lisäksi mukana toiminnassa on laajasti suunnittelijat, urakoitsijat, ohjelmistotalot, yliopistot ja korkeakoulut sekä muut rakennusalan yritykset. Building Smartin tarkoituksena on levittää tietomallintamisen osaamista sekä tukea toiminnassa mukana olevia tietomallipohjaisten prosessien käyttöönottamisessa.

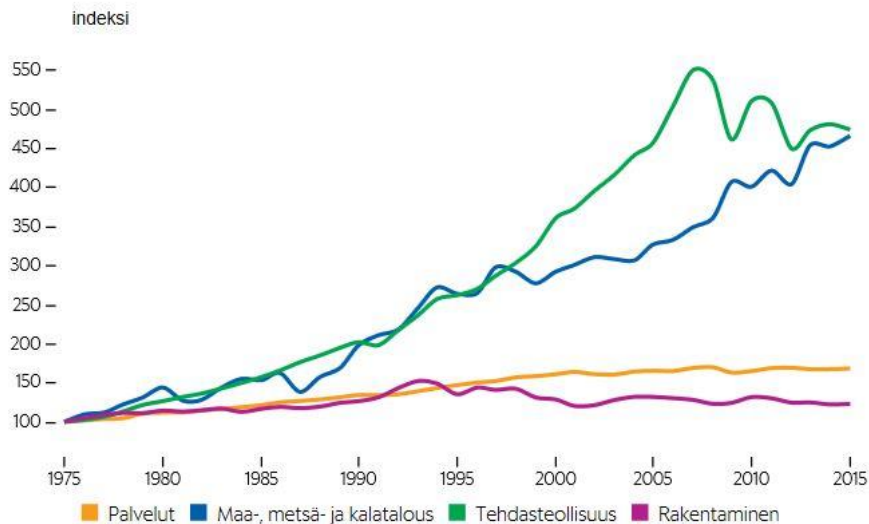
2.1 Tietomallintamisen tarve

Tutkimustulosten valossa rakennushankkeissa tehdään muihin teollisuuden aloihin verraten enemmän tarpeetonta tuottavuutta heikentävää työtä. Rakennusala ei ole päässyt mukaan automaation ja tietojärjestelmien kehityksen mukanaan tuomaan tuottavuusloikkaan, josta esimerkkinä Stanfordin Center for Integrated Facility Engineering -yksikön (CIFE) vertailu Yhdysvalloista vuosilta 1964–2009, joka osoittaa muun teollisuuden tuottavuuden kaksinkertaistuneen, kun taas rakentamisen tuottavuus on samassa ajassa noussut 10%. Syitä heikommalle kehitykselle on löydettävissä toiminnan kehittämisen vaikeudelle hankekohtaisten projektiorganisaatioiden sisällä, sekä kommunikoinnin epävarmuus ja kyvyttömyys hyödyntää automaatiota osana rakennusprosessia. (Eastman ym. 2011, 10–11)

Suomessa rakennusalan tuottavuuden parantamiseen etsitään keinoja aktiivisesti, niinkin yksinkertaisilla keinoilla kuin vuoropuhelulla sekä yhdessä tekemisellä. Rakennuslehdessä 4.9.2017 julkaistu Helsingin Sanomien sekä Rakennuslehden artikkeli käsittelee Tilastokeskuksen tuloksia rakennusalan työn tuottavuudesta, joka ei ole kasvanut 40 vuodessa teknologian kehittymisestä huolimatta. Samaan aikaan tahdasteollisuudessa työn tuottavuus on jopa yli nelinkertaistanut. (Rakennuslehti 2017)

Arvonlisäykseen perustuva työn tuottavuus toimialoittain

Työn tuottavuuden indeksi 1975=100



Lähde: Tilastokeskus

Kuvio 1. Arvonlisäykseen perustuva työn tuottavuus. (Tilastokeskus 2017).

Artikkelia varten haastateltu Oulun Yliopiston professori Harri Haapasalo toteaa yhdeksi alan kehittymättömyyden syyksi, että asiakas on valmis maksamaan joka tapauksessa mitä tuottaja vaatii. Kaupungit kasvavat huolimatta rakennusalan yritysten tuottavuuden kyvyttömyydestä, sillä maksajia on aina. Tuottavuuden kasvun esteeksi on myös tunnistettu riitelykulttuuria ylläpitävä perinteinen hankemalli, jossa osapuolet tekevät kahdenvälisiä sopimuksia, minkä seurauksena yhteisiä tavoitteita ei aseta eikä suunnitelmia tehdä yhdessä. (Rakennuslehti 2017)

Kyvyttömyys tuottavuuden parantamiseksi on puhuttanut rakennusala jo pitkään. Syiksi on esitetty muiden muassa osaamattomuutta, vuorovaikutustaitoja, hankinta- ja hinnoittelumalleja, alan konservatiivisuutta, tilaajien alhaista vaatimustasoa sekä jopa välinpitämättömyyttä. Syitä on listattu niin paljon että sarkastisesti voidaan todeta, ettei ala ole onnistunut kehittymään yhdessäkään osatekijässä. Edes digitalisaatio ei ole onnistunut sysäämään rakennusala tuottavuusloikkaan. Tuottavuuden parantamisen osalta alan katseet on käännetty kehittämiseen. Jos ala ei kykene kehittymään, se taantuu. Alan prosessien jatkuva, pienin askelin tapahtuva kehitys takaa vakaan etenemispolun, jonka avulla on mahdollisuudet päästä jo pitkälle. Jatkuvan, toiminnalle avoimen sekä

verkostoituneen kehittämisen kulttuuri tulisi omaksua alan toimintatavaksi, joka takaisi myös osaamisen kehittymisen (Tekniikka & Talous 2017)

Rakennusalan toimijoiden tulisi siirtyä riitelykulttuurista kohti yhdessä tekemisen kulttuuria, ja saavuttaa muiden teollisuuden alojen saavuttama digitalisaation tuottavuusloikka. Tietomallien hyödyntäminen on yksi tuottavuusloikan saavuttamiseksi tunnistettuja keinoja.

2.2 Tietomallintaminen talonrakentamisessa

Talonrakennushankkeissa tietomallintaminen alkaa olemaan suunnittelun osalta arkipäivää. Käytännössä talonrakennushankkeiden suunnittelua tehdään tietomallipohjaisilla ohjelmistoilla, suunnittelijoilla on riittävä osaaminen tietomallintalla suunnitteluun ja mallien tuottamiseen osapuolten käyttöön. Yhä useammat suunnittelutoimistot suunnittelevat mallintamalla, vaikka tilaaja ei mallintamista edellyttäisi rakennushankkeensa suunnittelussa, johtuen mallintamalla suunnittelun mukanaan tuomista hyödyistä suunnittelu-prosessiin. Suuret ja vaativat kohteet suunnitellaan lähes poikkeuksetta tietomallintamalla, kun taas pienempien kohteiden osalta mallintaminen yleisty jatkuvasti. (Jävälä & Lehtoviita 2016, 8).

Tietomallintaminen ei ole irrallinen tekijä talonrakentamisen prosessissa, vaan toimii osana prosessia perinteisten suunnitelmien tavalla. Rakennuksen tietomalli havainnollistaa sekä täydentää 2D piirustuksien informaatiota. Tietomalli toimii digitalisaation mahdollistamana työkaluna talonrakennusprosessissa, jonka hyödyntäminen tulee kasvaamaan tulevaisuudessa osaamisen yleistyessä.

Tietomallien hyödyntäminen on huomattavasti paljon yleisempää rakennusliikkeiden omaperusteisessa tuotannossa sekä suunnittelua sisältävissä urakkamuodoissa, joissa rakennusliikkeen vaikutusmahdollisuudet tietomallien käyttöön ovat huomattavasti merkittävämmät kuin perinteisissä kilpailu-urakoissa. Kilpailu-urakoissa tietomallien ja tietomalliselostuksien laadullinen sisältö ja hyödynnettävyys eivät ole urakoitsijalle täysin tiedossa. Lisäksi myöhemmin kuvattavat juridiset ongelmat ja suhde hankkeen muihin tekniisiin asiakirjoihin sekä niiden keskinäinen pätevyysjärjestys eivät ole tietomallintamiselle yleensä otolliset. Urakkahankkeissa tietomallintamisen hyödyntämismahdollisuudet ovat seurausta tilaajan hankkeelle asettamista tietomallitavoitteista, suunnittelun ohjauksen osaamisesta sekä tilaajan yleisestä kyvykkyydestä tietomallintamisen

johtamista kohtaan (Jävää & Lehtoviita 2016, 56). Valmiiden tietomallien sisällön muokkaaminen urakoitsijan tuotannon tarvitseman tietosisällön, ohjeiden ja vaatimusten perusteella urakkakilpailuvaiheen jälkeen on haastavaa ja tarkoittaisi käytännössä kohteen uudelleen mallintamista lähes kokonaisuudessaan. Lähtökohtaisesti uudelleen mallintaminen ei ole kannattavaa, ellei sillä lasketa olevan hankkeen lopputuloksen näkökulmasta merkittävää vaikutusta. Käytännössä vastaava tilanne voisi tulla eteen vain erittäin suuressa ja merkittävässä urakointihankkeessa. Yhdysvalloissa taas on olemassa useita esimerkkejä, joissa tuotannosta vastaava urakoitsija on itse mallintanut kohteen suunnitelmat omalla kustannusriskillä, jotta tuotannossa on voitu hyödyntää mallintamisen mukanaan tuomia hyötyjä, kuten esimerkiksi häiriöttömyyttä ja esivalmistusta.

Talonrakentamisessa parhaan lopputuloksen kannalta on merkittävää, että osapuolten välinen yhteistyö toimii ja osapuolet ymmärtävät toisiaan. Tunnistettuja syitä väärinymmärryksille osapuolten välillä on mm. heikossa tiedonjakamisessa, yhteistyön puutteessa sekä toimintakulttuurien erilaisuudessa. Tiedon jakaminen tietomallien välityksellä tarjoaa työkalun eri osapuolten välisen yhteistyön laadukkuudelle, kun suunnitteluvaiheessa voidaan tarkastella suunnitelmia reaaliaikaisesti tietomalleista, tehdä visualisointeja ja virtuaaliodellisuutta. Tämä helpottaa eri osapuolten välistä yhteistyötä merkittävästi, kun osaamisalueiltaan eritasoiset osapuolet voivat tarkastella suunnitelman toimivuutta ja ulkonäköä muutenkin kuin 2D tasopiirustuksista. (Johansson 2016).



Kuva 1. Kuvakaappaus laajan Revit-mallin renderöinnistä (www.bimexplorer.com).

2.3 Tietomallintamisen hyötyjä talonrakennusyrityksessä

Tietomallintamisen höydyistä löytyy kirjallisuudesta vahvoja lupauksia sekä puolesta puhujia. Lupausten lunastaminen yksittäisessä rakennushankkeessa voi olla tietomallipohjaisen toimintavan käyttöönottovaiheessa vaikeaa, joka osaltaan taas voi vaikuttaa tuleviin hankkeisiin käyttäjien asenteiden muodossa. Välittömimmät lupaukset kohdistuvat rakennusten toimivuuden arviointiin sekä suunnitelmien virheettömyyteen. Perinteisessä rakentamisprosessia rakennuksen toimivuutta ei voida arvioida etukäteen, kukin rakennus toimii aina prototyypinä rakennuspaikalle rakennettavasta rakennuksesta. Tietomallintamisen avulla tulevaa rakennusta on helpompi simuloida sekä analysoida toimivana teknisenä kokonaisuutena sekä visuaalisesti. Tietomalli toimiikin virtuaalisena rakennuksena, josta voidaan tarkastella sekä rakennuksen tarkkaa tietosisältöä että arkkitehtuuria, tilaratkaisuja, talotekniikka yms. (Jävälä & Lehtoviita 2016, 29). Erikoissuunnittelun virheiden määrän odotetaan vähentyvän huomattavasti, kun eri suunnittelualojen tietomallit yhdistetään samaan tietomalliin.

Taulukossa 1 on listattuna Eastmanin sekä hänen työtoverinsa listaamat tietomallintamisen hyödyt tietomallin eri vaiheissa (Eastman ym. 2011, 19–25).

Taulukko 1. Tietomallintamisen hyödyt rakentamisen eri vaiheissa.

Suunnittelu	Rakentaminen	Kiinteistönpito
Suunnittelijoiden parempi yhteistyö Suunnitelmavaihtoehtojen vertaaminen Suunnitelmien visualisointi Suunnitelmamuutosten helppous 2D suunnitelmien tulostaminen mallista Suunnitteluvaatimusten täyttymisen varmistaminen Kustannusarvioiden laatiminen Energialaskenta-analysit yms. rakennuksen simuloinnit	Suunnitelmavirheiden ja puutteiden väheneminen Rakennusvaiheen visuaalinen ja ajallinen simulointi Tietomallien hyödyntäminen materiaalien valmistuksessa Suunnitelmamuutoksien nopea reagointi Virtaustehokkuuden parantuminen	Kiinteistön tilojen parempi hallinta Kiinteistön käyttö- ja hallintajärjestelmien integraatiot Parempi tiedonsiirto rakentamisvaiheesta ylläpitovaiheeseen

Yksi tietomallien konkreettisesti merkittävimmästä hyödyistä lienee tiedon varastointi yhteen tietokantaan. Kukin tieto tallennetaan malliin vain yhteen kertaan, jonka jälkeen tieto on hyödynnettävissä tasalaatuisena eri tilanteissa ja eri tarpeita varten. Esimerkiksi tulosteet ovat aina näkymiä tietomalliin, jonka ansiosta yhden tiedon päivittäminen tietomalliin vie tiedon automaattisesti kaikkiin tietoa hyödyntäviin tulostusnäkyymiin. Perinteisessä suunnittelussa tieto voidaan joutua syöttämään useaan eri suunnitelmaan, jonka seurauksena tiedon jalkautumisen onnistumisessa on olemassa inhimillinen riski. (Järvälä & Lehtoviita 2016)

Korpela on tutkinut osana Model Nova–tutkimushanketta diplomityössään tietomallintamisen hyötyjä viidessä elinkaarimallilla toteutetussa rakennushankkeessa. Tietomallintamisen hyödyiksi Korpela listaa havainnollisuuden, määräluettelot, rakentamisen aikataulun ja kustannusten valvonnan, suunnittelun helpottumisen ja nopeutumisen, tarkemmat suunnitelmat sekä simulaatiot ja energialaskelmat. Korpelan havaintojen mukaan suurin hyöty koettiin tietomallin havainnollisuudella, joka auttaa suunnittelijoita hahmottamaan oman työnsä sekä selkeyttää suunnitelmaratkaisut. Työmaavaiheessa taas tietomallin koettiin helpottavan asennustöiden suorittamista sekä työn ohjaamista. Myös kirjallisuudessa tietomallintamisen ”lupauksina” mainitut kustannuslaskennan mahdollisuudet sekä suunnitelmien ristiriidattomuuden varmistaminen automaation avulla nousivat tuloksissa esille. (Korpela 2011, 27)

2.4 Tietomallintamisen hyödyt rakennushankkeen vaiheissa

2.4.1 Hankekehitys

Hankekehitysvaiheen tietomalleiksi tunnistetaan muun muassa vaatimusmallit, tilamallit ja lähtötietomallit. On siis huomattava, että edellä olevien mallien muodostaminen ei vaadi välttämättä visualisointia 3D-muotoon. Hankekehitysvaiheen mallien muodostamiseen voidaan hyödyntää tarjolla olevia kaupunkimalleja, jotka sisältävät tietoa olemassa olevista rakennuksista sekä mahdollisesti infrastruktuuriin liittyvää tietoa. Digitaaliset kartat muuttuvat kolmiulotteiseksi tietoa sisältäviksi malleiksi ja kaupunkiympäristöissä tällaisia laajoja tietokokonaisuuksia varastoidaan kaupunkitietomalleihin, joita hyödyntämällä monien asioiden toteuttaminen helpottuu ja tarkentuu. Kaupunkimalleista voidaan saada mm. olemassa olevien rakennusten tilaluetteloita, neliöpohjaista kustannuslaskentatietoa, pinnan muotoilun ja maaperän tietoja, neliöhintoja, myyntilukuja yms.

Esimerkiksi Helsinki on ensimmäisenä Pohjoismaisena kaupunkina tehnyt älykkään ja semanttisen mallin koko alueeltaan, jota se tarjoaa avoimesti käytettäväksi ja jota pystyy hyödyntämään maksuttoman verkkotyökalun avulla. Pääkaupunkiseudun kunnat tarjoavat kaupunkimalleja avoimena datana ja osaltaan tukevat 3D-mallinnusta ja tietomallipohjaista suunnittelua, jota vastaavasti voidaan hyödyntää myöhemmin rakentamisen koneohjauksessa, päätöksentekemisessä sekä jopa kuntalaisten tarpeita varten. Yritysten omiin hankekehityksen malleihin voidaan lisätä tulevaisuudessa olemassa olevaa tietoa jopa Paavo postinumeroaineistosta yms. alueen väestöpohjasta ja rakenteesta kertovista aineistoista. (Suomen Paikkatietoklusteri 2017).

Alzharin tapaustutkimuksen mukaan Georgian osavaltiossa Savannahin yliopistohankkeessa havaittiin, että noin 12 miljoonan dollarin arvoisessa tietomallinnetussa hankkeessa rakennuttaja vertaili kolmea vaihtoehtoista tietomallintamalla suunniteltua ratkaisua, joihin kaikkiin suoritettiin tietomallipohjainen kustannuslaskenta kolmella eri hintaskenaariolla. Ratkaisumalleja vertailtiin useissa eri sessioissa, joissa hyödynnettiin mm. virtuaalitodellisuutta, jonka avulla tulevat käyttäjät pääsivät mukaan arvioimaan ratkaisuja. Koko prosessi kesti noin kaksi viikkoa, jonka aikana rakennuttaja sai aikaan päätöksen toteutukseen valittavasta ratkaisusta. Tutkimuksen mukaa prosessin aikana rakennuttaja saavutti noin kahden miljoonan dollarin säästön valitsemalla taloudellisesti parhaan suunnitteluratkaisun. Alzhar toteaa, että vastaavan kaltaiseen lopputulemaan olisi toki todennäköistä päästä myös perinteistä 2D-suunnittelua hyödyntävällä toimintatavalla, mutta ei yhtä tehokkaasti, selkeästi ja yhtä hyvään tietoon perustavalla päätöksentekomenettelyllä. (Alzhar 2011)

Hankekehitysvaiheen alkupäässä kaupunkimallien yhteydessä voidaan Simppasen mukaan puhua Decision Support Systemistä (DSS), jota voidaan hyödyntää päätöksenteon tukijärjestelmänä. DSS voidaan kuvata yleisellä tasolla malleihin pohjautuvaksi menettelytapojen kokonaisuudeksi, jotka auttavat päätöksentekotilanteissa tiedon prosessointia. Hankekehityksestä vastaava sekä yrityksen johto saattaa saada näistä kokonaisuuksista apua päätöksentekoa varten. DSS rakentuu neljästä komponentista, joita ovat aineistonhallinta (data management), mallinnus (model management), viestintä (communication subsystem) ja tietämyksen hallinta (knowledge management). Aineistonhallinnalla viitataan tietokantoihin ja ohjelmiin. Mallinuksella ohjelmistopakettiin, joka sisältää kvantitatiivisia rahoitus-, tilasto- ynnä muita malleja ja tarjoaa analyysivälineitä käyttäjälle. Viestinnän avulla käyttäjä voi kommunikoida järjestelmän kanssa ja antaa sille käskyjä. Tietämyksen hallinta on valinnainen alajärjestelmä, joka voi olla muiden

alajärjestelmien tukena tai toimia itsenäisenä komponenttina. (Simppanen 2018, Antti-roiko & Kallio 1999, 24 mukaan)

2.4.2 Suunnittelu

Tietomallipohjainen suunnittelu alkaa olemaan talonrakennusalalla jo arkipäivää. Suunnittelua tehdään tietomallipohjaisilla ohjelmilla, suunnittelijoiden osaaminen on korkealla tasolla mallien tuottamiseksi rakennushankkeiden osapuolten käyttöön. Suunnittelijoiden tuottamia tietomalleja voidaan hyödyntää jo monin tavoin parantamaan koko rakennushankkeen laatua ja tuottavuutta. Suunnitteluvaiheessa hyödyt ovat kiistattomat, parantunut kommunikaatio, suunnitelmien laadunvarmistus ja yhteensoveltuvuuden varmistaminen toimivat vain esimerkkinä parantuneesta suunnitteluprosessista.

Ehdotussuunnittelussa kolmiulotteinen tietomallinnus sekä suunnitelmien visualisointi nopeuttavat huomattavasti ratkaisuvaihtoehtojen vertailua. Tietomallien havainnollisuuden myötä projektien osapuolille muodostuu käsitys suunnitelmavaihtoehdoista. Tietomallien sisältämää informaatiota hyödynnetään vaihtoehtoja vertailtaessa sekä päätöksentekoprosessin tukena perinteisten menetelmien rinnalla. Luonnossuunnitteluvaiheessa lähdetään kehittämään valittua suunnitteluratkaisua, jonka lähtötietona toimii arkkitehdin olemassa oleva ehdotusvaiheen tietomalli. Yleissuunnitteluvaiheessa tietomallien mahdollistama nopea, havainnollinen ja interaktiivinen visualisointi sekä analysointi tukevat hankkeen päätöksentekoa sekä kommunikointia. Toteutussuunnitteluvaiheessa tuotettavan tiedon tarkkuustaso kasvaa oleellisesti, suunnitelmat viimeistellään urakkatarjouspyyntöjen edellyttämään tarkkuuteen yksityiskohtaisilla tiedoilla. (YTV 2012, osa 1)

Suunnittelun valmisteluvaiheessa on tärkeää konkretisoida hankkeen tietomallintamisen hyödyntämiselle asetetut tavoitteet yhdessä tietomallinnussuunnitelman kanssa, sekä varmistaa aikataulu- ja tietotekniset edellytykset. Tietomallisuunnitelma ja suunnittelu- alakohtaiset sisältövaatimusdokumentit tulee sopia osapuolia sitoviksi liittämällä ne suunnittelusopimuksiin. (YTV2012, osa 11.) Suunnittelunohjauksen tehtävä on taas seurata tietomallintamisen toimeenpanoa käytännössä, sovittujen asiakirjojen ja aikataulun mukaisesti, sekä suorittaa tietomallien laadunvarmistamista. Laadunvarmistustoimenpiteet ovat käytännössä suunnitelmien sisällön laadun varmistamista, sekä toteutettavuuden että teknisen tietomallintamisen osalta. Suunnittelun ohjaus vastaa

laadunvarmistamisesta yhdessä hankkeeseen mahdollisesti nimetyn tietomallikoordinaattorin kanssa. (Jäväjä & Lehtoviita 2016)

Gilkinsonin mukaan suunnittelussa tarvitaan vähemmän luonnostelukierroksia, kun parantuneen kommunikaation ja yhteistyön avulla varmistetaan tavoitteiden saavuttaminen mm. kustannusten hallinnan sekä aikataulun osalta. Tietomallintaminen parantaa suunnittelukulttuuria helpottamalla ja lisäämällä osapuolten välistä kommunikaatiota, havaittujen virheiden ja ongelmien esiin tuominen ja ratkaiseminen nopeutuu, ilman perinteistä toisen osapuolen osoittelua ja vastuun välttelyä. (Gilkinson 2015)

Tietomallintamalla suunnitteluun liittyy asenneperusteisia väittämiä, joiden mukaan tietomallintaminen lisää suunnittelijoiden työtä. Mikäli tietomalleja halutaan hyödyntää hankkeissa täysimääräisesti suunnittelun, päätöksenteon ja tuotannon työkaluna tulee jollekin suunnittelualalle lisätyötä aiempaan 2D suunnitteluun verraten. Kokonaisuutta verrattaessa voidaan kuitenkin huomata, että sama tietosisältö on tuotettu perinteisissä 2D hankkeissa jollakin muulla tavalla, minkä seurauksena hankkeen kokonaistyömäärä ei itseasiassa nouse tietomallintamisen seurauksena. Alati kasvava lainsäädännöstä, viranomaistoiminnasta ja hankeohjauksesta johtuva tietotarpeiden määrän kasvu vaikuttaa suunnittelun ja tietomallintamisen määrään. Lisääntynyt työmäärä johtuu ulkoisista syistä, eivät tietomallintamisesta itsestään. Tilaajien, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden tulisi ymmärtää, että tietomallintaminen ei ole lisätyö van lisäarvo, josta valistuneet toimijat ovat valmiita myös maksamaan. Ilman tietomallintamista tieto tuotetaan jossakin toisessa vaiheessa rakentamishanketta (Rakennustieto 2019)

2.4.3 Tuotanto

Rakennustuotannossa tietomalleja voidaan hyödyntää lähtötietoina täydentämään suunnitelma-asiakirjoja sekä pohjana tuotantotapahtumien mallintamiselle. Tietomallit eivät korvaa rakennuspiirustuksia tai muita suunnitelma-asiakirjoja. Tietomallihankkeissa suunnitelma-asiakirjojen tulee olla sisällöltään yhteneviä tietomallien kanssa, lähtökohteisesti piirustukset tulostetaan tietomalleista. Tarvittaessa piirustuksia voidaan muotoilla vastaamaan piirustusstandardien vaatimuksia tai parantamaan piirustuksen luettavuutta, mutta muotoilun muutokset eivät saa olla ristiriidassa tietomallin sisällön kanssa. Urakoitsijat käyttävät suunnittelijoiden laatimia malleja pohjana erilaisissa tuotannon mallinnustehtävissä. Tuotanto-organisaatiot hyödyntävät tietomalleja rakentamisen valmistelu- ja rakentamisvaiheissa esim. seuraavissa toiminnoissa (YTV 2012 osa 13, 6):

- kohteeseen ja sen suunnitelmiin perehtyminen ja tiedonhaku tarjousvaiheessa, hankinnoissa ja työmaatoteutuksessa
- määrien laskenta tarjouslaskentavaiheessa sekä rakentamisaikana hankintoja ja tuotannonsuunnittelua varten
- yleinen rakentamisen aikainen toimintojen koordinointi ja tiedonvaihto
- tuotannon 4D-aikataulutus ja työjärjestysten suunnittelu sekä toteumatilanteen havainnollistaminen
- eri suunnittelualojen mallien yhdistäminen mm. talotekniikan asennusjärjestysten ohjaamista varten ja rakennettavuustarkasteluihin
- rakenteiden sijaintitiedon siirto mittalaitteisiin
- työmaa-alueen käytön suunnittelu ja turvallisuussuunnittelu, kuten esim. pu-toamissuojaussuunnittelu.

Tietomallipohjainen suunnittelu vähentää suunnittelusta johtuvia ongelmatilanteita työmaalla, kun eri suunnittelualojen suunnitelmat on sovitettu yhteen tietomallien avulla. 3D-pohjainen suunnittelu tarkoittaa suunnitelmien mitoitusta mm. korkeusasemien osalta sekä luo edellytykset parantaa liittymien, risteilyjen ja muiden detaljikohtien suunnittelua.

Tuotannon kannalta oleellista on, että mallit on tehty teknisesti oikein ja tarkastettu suunnittelijan toimesta sekä sovitettu yhteen muiden suunnittelualojen kanssa. Yksinkertainen tekninen perusasia on, että mallinnettujen rakenteiden dimensiot, sijainti ja tunnukset ovat oikein. Esimerkiksi rakennusosien tyyppitunnukset on oltava oikein, ne tulee olla mallinnettu oikeilla työkaluilla, eikä mallissa saa olla esillä vaihtoehtoratkaisuja. Tuotantomalli ei ole yksi täsmällisesti määritelty tietomalli, vaan toistaiseksi yleisnimitys mallille, joihin on täydennetty jokin tuotannonohjauksen näkökulma. Tuotantomalleja ovat esim. 4D-aikataulumallit tai työmaan aluesuunnitelman sisältävä rakennuksen ja tontin malli. Tuotantomalli voi sisältää myös useita eri tuotantosuunnitelmia yhdessä mallissa. (YTV 2012, osa 13)

Tietomallien käyttö rakennustyömaalla vaatii myös osaamista tarvittavien ohjelmistojen ja erilaisten laiteympäristöjen osalta. Työmaatilosten ja käytössä olevien laitteiden ja ohjelmistojen tulee olla sellaiset, että tietomalleja voidaan tarkastella jatkuvasti tuotannonohjauksen ja johtamisen tukena. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 27) Latvalan näkemyksen mukaan, rakennustyömaalle tulisi nimetä tietomallivastaava, joka hallitsee tietomallin

käytön laajemmin ja pystyy noutamaan tietomallista tarvittavia tietoja muullekin henkilökunnalle (Latvala 2012, 24).

Tutkimustulokset osoittavat, että tietomallintaminen johtaa rakennettavampaan suunnitteluratkaisuun, jonka yhtenä osa-alueena on suunnitellumpi ja parempi työmaalogistiikka sekä työmaasuunnittelu. Työmaavarastointi, nosturin käyttö ja luokse pääseminen parantuvat visuaalisen suunnittelun mahdollisuuksien myötä. Myös työmaan turvallisuussuunnittelu paranee, kun tietomallin avulla pystytään paremmin tunnistamaan mahdolliset turvallisuusriskit ja mallintamaan esimerkiksi elementtien asennusjärjestystä ja muun muassa putoamissuojausta. Aikataulusuunnittelu tietomallien avulla eli ns. 4D-mallintaminen tuo mukanaan uusia työkaluja rakennustyömaan turvallisuuden suunnitteluun, parantaa yhteistyötä riskien arvioinnissa sekä turvallisuuteen liittyvässä viestinnässä. Mainittu putoamissuojauksen mallintaminen on yksi esimerkki käytännön työturvallisuustoimenpiteiden viemisestä tietomalleihin, mutta se on toistaiseksi hyvin aikaa vievää, miksi sen automatisointia tulisi kehittää. Suunnittelukäytössä olevat BIM-ohjelmistot eivät toistaiseksi ole vielä erityisen hyviä putoamissuojausmallinnuksen automatisoinnissa. (mm. Gilkinson 2015; Azhar 2012; Zhang 2015).

Douglas Chelson on väitöskirjassaan esittänyt tietomallintamisen vaikutuksia rakennustyömaan tuottavuuteen. Tutkimusaineistossa käsitellään kahdeksan Yhdysvalloissa toimivan yrityksen BIM-hankkeiden havaintoja sekä tuloksia. Tutkimustulokset osoittavat yksiselitteisesti BIM:n avulla saavutettavan suuremmat kustannushyödyt panokseen verrattuna. Esimerkiksi Layton Construction Company on havainnut, että vaikka mallinnuksessa työskentelikin sairaalahankkeessa peräti kuusi BIM-operaattoria useiden kuukausien ajan, kokonaispalkkakustannukset jäivät pienemmiksi rakennusvaiheen asennuskoordinointiresurssien tarpeen pienentyessä oleellisesti. Laytonilla on todettu, että työmaalla tarvittava muokkaukset jäävät lähes kokonaan pois tietomallinnetuissa hankkeissa. Tämä nopeuttaa aikataulua myös siten, että odotusajat minimoituvat tai käytännössä häviävät. Chelsonin tulosten valossa tietomallinnetuissa hankkeissa on huomattavasti vähemmän rakennusvaiheen aikaisia muutoksia ja edeltävien työvaiheiden aiheuttama odottelu vähenee huomattavasti, samoin kuin tarvittavien aineistopyyntöjen määrä tuotantovaiheessa (Chelson 2010).

Aalto-yliopiston seurannassa oli Yhdysvalloissa toteutettu hanke, jossa käytettiin urakoitsijan tilaamana ja urakoitsijan riskillä 10 000 ylimääräistä tuntia tietomallipohjaiseen suunnitteluun, jonka urakoitsija maksoi omalla kustannuksellaan. Tietomallin ansiosta kaikki asennukset mahtuivat tietomallissa osoitettuihin tilavarauksiin eikä hankkeen

aikana tullut yhtään lisälaskua ja kaikki kustannusvaraukset jäivät käyttämättä. Aikataulusäästö oli kuukausia, minkä lisäksi 100M€ hankkeessa urakoitsija säästi 4M€ rakennuskustannuksissa panostamalla suunnitteluun 10 000 tuntia. (Seppänen 2019)

2.5 Tietomallintamisen tunnistettuja haasteita

Tietomallintamiseen pohjautuvan rakentamisprosessin laaja-alainen käyttöönotto on ollut huomattavasti odotettua hitaampaa. Hietanen on vuonna 2005 todennut tietomallien höytyjen realisoitumisen olevan kiinni järjestelmästä, jonka sisällä tietomalleja käytetään. Ongelmaksi Hietanen on todennut vastuunpuutteen järjestelmien kehittämisessä. (Hietanen 2005, 92). Tietomallintamisen käyttöönottoon liittyviä haasteita on selvitetty useissa eri tutkimuksissa, joiden avulla mallintamista on kehitetty ja ongelmat pyritty selättämään. Rakennusliikkeiden omaperustaisessa tuotannossa mallintaminen on huomattavasti yleisempää kuin urakointipuolella. Tähän on montakin syytä, suurimpina urakointikohteissa kertaluontoisuus projektiorganisaatioissa sekä tietomallintamisen johtaminen sekä tietomalliproessin omistaminen. (Jävälä & Lehtoviita 2016, 78) Rakennusliikkeiden omaperustaisessa tuotannossa tietomallintamisen hyödyntäminen pystytään ottamaan huomioon läpi koko prosessin. Tietomalliohjeet ja vaatimukset suunnittelijoille ovat vakimuotoisia, minkä ansiosta suunnitteluprosessi syntyvä tietomalli on tasalaatuista ja hyödynnettävissä rakennusliikkeen tahtotilan mukaisesti. Urakointikohteissa tilaajan toimittaman tietomallin hyödyntäminen on haastavaa, mikäli herää epäily tietomallin oikeellisuudesta ja laadukkuudesta, joudutaan helposti turvautumaan 2D-suunnitelmiin. KVR-, allianssi- ja muut suunnittelunohjausta sisältävät urakkamuodot johtavat hankkeen kannalta parempaan lopputulokseen, kun suunnittelunohjauksessa huomioidaan rakennusliikkeen tietomallintamiselle esitetyt ohjeet sekä vaatimukset. Lisäksi suunnittelijat saavat näkemyksen, mihin rakennusliike tietomallia käyttää ja mihin taas ei.

Tietomallintamisen yksi tunnistetuimmista ongelmista on yhteistyön toimimattomuus projektiorganisaatioissa. Yhteistyön toimimattomuus johtuu yleensä puutteista johtaa tietomallihanketta. Tietomallihankkeen koordinointi on haastava tehtävä, johon tarvitaan ammattiosaamista sekä ammattimaista otetta. Toisena isona ongelmana etenkin eri tutkimuksissa on noussut esille tietomallintamisen osaaminen sekä asenteet mallintamista kohtaan. Osaamisen taso ei ole vielä valtakunnallisesti riittävän korkealla tasolla ja osittain seuraukset osaamisen puutteesta näkyvät etenkin tuotanto-organisaatioiden

asenteissa. Tutkimuksissa jopa epäillään tietomallintamisen hyötyjä ja saavutetaanko tietomallintamisella ylipäätään esimerkiksi kustannussäästöjä. Toisaalta taas tietomallintamisen vaikutukset suunnittelukustannuksiin yliarvioidaan perustuen asenteisiin ja olettamuksiin. (Mäki, ym., 2010, 22–27; Eastman ym. 2011, 26–29)

Tietomallintamisen haasteiden osalta ongelmat voidaan Jävälän mukaan jakaa kolmeen luokkaan:

1. Tekniset ongelmat
2. Juridiset ongelmat
3. Johtamisen ongelmat

2.5.1 Tekniset ongelmat

Tekniset ongelmat liittyvät käytettäviin laitteeseen ja ohjelmistoihin sekä tiedostojen käsittelyyn ja siirtämiseen. Tietomallintamisen hyödyntämisen lähtökohtana tulisi olla, että mallintamiseen liittyvä laitteisto sekä teknologia ovat ajan tasalla, toimii moitteetta ja käyttäjätukea on saatavilla tarvittaessa. (Jävälä & Lehtoviita 2016, 81) Korpelan tutkimus *tietomallintamisen käyttöönoton ongelmat rakennushankkeessa* vahvistaa teknisten ongelmien todenperäisyyden, sillä ohjelmien ja laitteiden toimimattomuus mainitaan yleisimmäksi ongelmaksi tutkimustuloksissa. Pääasiassa ongelmien taustalla on laitteiden tehonpuute sekä kyvyttömyys luottaa mm. ohjelman laskentatoimintoon. Haastatellut suunnittelijat toteavat myös yksityiskohtien suunnitteluun kuluvan liikaa aikaa mallintamalla, joka osaltaan voi johtua myös osaamattomuudesta sekä tietomallintamisen johtamisen ongelmista. (Korpela 2012)

Tietomallien suunnittelun osalta teknisenä ongelmana taas on rakennusalan toleranssit, joita suunnittelijat eivät ymmärrä huomioida riittävästi, minkä seurauksena työmaalla törmätään jatkuvasti toleransseihin liittyviin ongelmiin. Suomessa on kansainvälisestäkin verrattuna annettu paljon vapautta toleranssien suhteen. Kun käytännön toteutuksessa aletaan laittamaan toleranssia toleranssin päälle, ei tarkinkaan tietomalli enää ole paikansa pitävä. Työmaalla taas ei riittävästi puututa siihen, että asennetaanko suunnitelman mukaisesti oikeaan paikkaan, jonka seurauksena tietomallit eivät enää pidä paikkaansa ja joudutaan esimerkiksi laskemaan alakattoja kesken hankkeen suunnittelusta, vaikka teoriassa tietomallin mukaan alkuperäinen tilavaraus on riittävä. Suunnittelijat eivät osaa ottaa huomioon esimerkiksi kannakkeita, joita ei normin mukaan yleisesti

mallinneta, joka taas häiritsee toteutusta työmaalla. Lisäksi esimerkiksi rungon taipumista ei oteta suunnittelussa huomioon, sillä asennukset suunnitellaan kiinni runkoon ja ei oteta huomioon rungon elämistä asennuksen jälkeen. Runko suunnitellaan suorana, asennetaan suorana mutta elämisen vuoksi käytännössä se ei enää ole täysin suora, mitä suunnittelijat eivät ole ottaneet huomioon. Edellä oleviin asioihin tulisi rakennettavuutta tarkastelevan urakoitsijan pystyä ottamaan kantaa suunnitteluvaiheessa. Todellinen maailma ei ole mittatarkka, minkä vuoksi on tärkeää varmistaa, että suunnitteluratkaisussa on varattu riittävä pelivara toteutukselle. (Seppänen 2019)

2.5.2 Juridiset ongelmat

Tietomallintamiseen sisältyvän lainsäädännön, yleisten sopimusehtojen ja sopimismallien puute aiheuttavat vielä toistaiseksi suuren ongelman tietomallien juridiselle asemalle. Mallien omistajuus ja vastuuasiat ovat myös aktiivisessa keskustelussa. Edellä olevat asiat on tunnistettu ja niihin pyritään etsimään ratkaisuja kehittämällä sääntöjä ja ohjeistuksia osapuolten toimesta. Tietomallintamisen yleistyminen edellyttää yhteistyötä lainsäätäjien sekä rakennusalan toimijoiden välillä, jotta ongelmiin löydetään ratkaisut. (Jävälä & Lehtoviita 2016, 81–82)

Tietomallien omistajuuteen sekä tietomallien sopimustekniseen asemaan viittaavat ongelmat puhuttavat myös Helsingin Yliopiston CRADLE-tutkimusten tuloksissa (Korpela 2012; Mäki ym., 2012). Tietomallien asemaa rakennusurakan laskenta-aineistona voidaan kuvata varsin harmaana, sillä alan yleiset sopimusehdot eivät tunne tietomallia virallisena urakka-asiakirjana. Tulevaisuudessa tulee toivottavasti yleistymään urakkakilpailut, joissa tilaajataho sitoutuu toimittamaansa tietomalliin ja asettaa tietomallin juridiseksi asiakirjaksi, johon perustuen urakoitsijat voivat tarjouksena toimittaa. Toistaiseksi tietomallien asema urakkakilpailuissa on vähintäänkin kyseenlainen.

Tietomallien tuottavuushyötyihin liittyy olennaisesti myös tietomallien hyödyntämistä sivuavat juridisluontoiset ongelmat, kuten esivalmisteiden hyödyntäminen. Suomessa esimerkiksi talotekniikan työehtosopimukset ovat tuottavuuden parantamisen näkökulmasta esteenä, sillä talotekniikan urakoitsijat eivät saa itselleen hyötyä esivalmisteiden kustannussäästöstä. Asentajien urakkaperusteiset normitunnit eivät juurikaan muutu huolimatta siitä, että asennetaan esivalmistettuja asennuksia. Työehtosopimukset eivät siis tue esivalmistamista, miksi osaltaan Suomessa on niin vähän esivalmistetta. (Pelto-korpi ym. 2018)

2.5.3 Johtamisen ongelmat

Mäki kollegoineen tutki vuoden 2011 keväällä Keski-Suomalaisen rakennushankkeen kahdessa rakennuskohteessa tietomallintamisen käyttämistä rakentamisessa. Tutkimustulosten mukaan tietomallintamisen keskeiset hyötyodotukset jäivät tutkittavissa hankkeissa saavuttamatta. Tutkimusaineiston perusteella yksi tunnistettu syy hyötyjen realisoinnin puutteelle löytyy hankkeiden johtamisesta, sillä hankkeet johdettiin pitkälti perinteisesti johdetun ja suunnitellun hankkeen tavoin. Tietomallintamiseen liittyvä parantunut yhteistyö ja toimintatavat eivät muuttuneet juurikaan tutkituissa hankkeissa. (Mäki ym. 2012, 16)

Johtamisen ongelmat kiteytyvät jo tietomallipohjaisen toimintatavan käyttöönottovaiheessa. Tietomallintamisen käyttöönottamisessa ei ole olemassa oikotietä onneen. Ei rakennusalalle perinteisiä selkeitä käyttö- ja toimintaohjeita. Tietomallintamista ei ole otettu millään tavalla huomioon rakennusliikkeiden ja rakennusalan yritysten toimintajärjestelmissä ja prosesseissa, etenkin työmaavaiheen osalta. (Jävälä & Lehtoviita 2016, 82) Ongelman voisi rinnastaa autolla ajamiseen ilman ajo-opetusta, joiltakin se käy luontevammin kuin toisilta, mutta oppiminen kaikilla tapahtuu yritys ja erehdys mallilla.

Korpelan tutkimuksessa johtamisen ongelmat nousevat esiin haastattelututkimuksessa. Pelisääntöjen puute, yhteistyön ongelmat, epäselvät tietosisältömääritykset, tiedonkulun ongelmat sekä puutteellinen aikataulusuunnittelu (Korpela 2012, 11). Simppasen Diplomityö vuodelta 2018 vahvistaa edellä mainittuja näkemyksiä tietomallintamisen kipupisteistä. Simppasen rakennusyhtiölle suoritetun kyselytutkimuksen mukaan, tietomalleja hyödynnetään sisäisissä prosesseissa irrallisina ja epäjohdonmukaisina osina. Tietomallipohjaisen toimintatavan sekä ohjeistuksen puute ovat suoranaisia esteitä tietomallien hyödyntämiselle. Simppasen havaintojen mukaan tietomallipohjainen toimintatapa tulisi sulauttaa yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään. (Simppanen 2018, 79)

Pilottien haasteet

Rakennusalan toimijoille tietomallintamisen käynnistyminen tarkoittaa yleensä pilotoimista. Pilotointi on hyvä tapa tutustua uuteen teknologiaan sekä uuteen tapaan tehdä, mutta toisaalta osaamisen heikko taso johtaa usein vastoinkäymisiin ja negatiivisiin tuloksiin. Tietomallintamiselle saavutettavat hyödyt eivät tule automaattisesti, vaan

tietomallintamiselta toivotut tavoitteet on määritettävä ja tunnistettava tarpeelliset muutostarpeet toimintatavoissa verraten perinteiseen 2D-dokumentoinnilla johdettuun rakennusprosessiin. Pilotoinnin ongelmana yleisesti on tavoiteltavan hyödyn epämääräisyys sekä huono johtajuus läpi prosessin.

Gilkinsonin mukaan ensimmäiset tietomallintamalla johdetut hankkeet voivat projektin alkuvaiheessa vaikuttaa johtavan projektin myöhästymiseen, vaikka hanke valmistuisikin lopulta aikataulussa. Tietomallihankkeen alkuvaihe on työläämpi kuin perinteisen 2D hankkeen, mikä voi osaltaan aiheuttaa pilottihankkeissa epäonnistumisen tunnetta ja vähentää omistautumista uuden teknologian sekä toimintatavan käyttöönottamisessa. (Gilkinson 2015)

2.6 Tietomallintamisen tulevaisuuden näkymiä

Tietomallintaminen on oleellinen ja jopa välttämätön osa rakennusalan digitalisaatiossa. Ilman tietomallien hyödyntämistä on vaikeaa ottaa merkittäviä edistysaskelia digitalisaation hyödyntämisessä rakennustuotannossa. Tietomallien avulla rakennustuotannon monet asiat voidaan hoitaa nykyistä järkevämmin, tehokkaammin ja laadukkaammin, seurauksena koko alan tuottavuus paranee. Mobiililaitteiden hyödyntäminen työmaalla visualisointiin ja analysointiin lisääntyy, samoin kuin määrälaskennan automatisointi ja suunnittelun yhteensopivuus ja virheentarkastus. Tietomallien hyödyntämistä rakennustuotannossa edistävät Jävälän ja Lehtoviidan mukaan seuraavat kehitystrendit (Jävälä & Lehtoviita 2016) :

- Tietomallipohjaiset suunnitteluohjelmat kehittyvät nopeasti paremmiksi ja monipuolisemmiksi, suunnittelumallien tietosisältö palvelee paremmin rakennustuotantoa
- YTV2012 kehitystyö jatkuu taukoamatta. Hyvänä esimerkkinä vuoden 2016 alussa julkaistut täydentävät liitteet
- Suunnitteluohjelmistojen komponenttikirjastoja on laajenevissa määrin saatavilla
- Jakelun mahdollistavat pilvipalvelut yleistyvät, niihin liittyvä laiteteknologia kehittyy
- Osapuolten tietomalliosaaminen kehittyy nopeasti lisääntyvän käytön ja koulutuksen myötä. Tietomallien käyttö lisääntyy pienissä ja tavanomaisissa hankkeissa.

- Talonrakentamisen tietomallintamisen kytkentä GEO-rakentamiseen ja infrarakentamiseen paranee
- Tietomallien käytön perustaso arkipäiväistyy, mutta samalla löydetään uusia käyttömahdollisuuksia, joiden omaksuminen ja kehittäminen vaatii lisäpanostuksia.

2.6.1 Esivalmistuksen hyödyntäminen

Yhdysvalloissa tietomallintamista kehitetään toteutusorganisaatioiden ja tuotannon tarpeesta, toisin kuin meillä Suomessa kehittäminen ja osaaminen keskittyy suunnitteluvaiheeseen. Yhdysvalloissa tietomallintamisella on saavutettu tuottavuusloikka, yhdistämällä tietomallintaminen esivalmistamiseen. Yhdysvalloissa esivalmistusta hyödynnetään paljon yleisemmin kuin Suomessa. Esivalmisteiden vuoksi kaikkien asennusten on pakko olla oikeassa kohdassa, tai muuten on esimerkiksi valmistettu pitkiä kanavistoja, jotka eivät mahdukaan niille varattuun paikkaan, kun niitä yritetään ripustaa kattoon tilavaraukseensa. Seurauksena Yhdysvalloissa mitataan kaikki asennukset laserilla paikalleen ja tarke mitataan asennuksen jälkeen, että asennus ja tietomalli täsmäävät. Jos asennuksessa ja tietomallissa havaitaan yli 10mm poikkeama, varmistetaan tietomallista vaikuttaako se muiden asennuksiin. Jos vaikutus havaitaan, joudutaan asennus purkamaan ja asentamaan uudestaan. Tällä toimintatavalla on mahdollistettu esivalmisteiden hyödyntäminen ja saavutettu merkittävä tuottavuusloikka, mikä on tietomallien tuotantovaiheen käytössä suurimpia hyötyjä. Varmistetaan että asiat oikeasti sopivat oikeaan paikkaan, esimerkiksi ahtaisiin alakattoihin, joissa tilaa on rajallisesti käytössä. (Seppänen 2019)

Talotekniikan esivalmistuksen potentiaaliset hyödyt ovat mittavia. Sillä on mahdollista vähentää rakennusmateriaalien hävikkiä, kohentaa rakentamisen laatua ja työturvallisuutta. Esivalmistus ei yleensä tuo säästöjä hankintakustannuksiin. Oikein toteutettu esivalmistus kuitenkin nopeuttaa työmaaprosessia, etenkin tahtituotannossa, millä on positiivisia kokonaisvaikutuksia. Talotekniikan asennustyö vaatii erityisosaamista alalla, jolla on pulaa ammattilaisista. Kun asennustyö siirtyy tehdasolosuhteisiin, tehtävään koulutautuminen nopeutuu kokemusten mukaan selvästi. Lisäksi asennustyö työmaalla yksinkertaistuu. (Aalto-Yliopisto 2018)

Aalto-Yliopiston ”*Talotekniikan esivalmistus; esteet ja, mahdollistajat ja prosessi visio 2030 osahankkeen teollinen rakentaminen*” tulokset osoittavat, että esivalmistus voi

tuhotta joitakin nykyisiä liiketoimintamalleja. Raportin mukaan esivalmistus edellyttää esivalmistukseen liittyvää osaamista ja muutoksia nykyiseen toimintaan, mikä voi aiheuttaa joissakin toimijoissa muutosvastarintaa. Raportissa koetaan tärkeäksi, että rakennuttajat ja isot urakoitsijat toimivat kehitystyön muutosagentteina. Yhteinen tahtotila on tärkeä mahdollistaja, sillä esivalmistusta pystyttäisiin lisäämään huomattavasti, mikäli keskeiset hankkeen osapuolet sitä edellyttäisivät. Esivalmistusosaamista voidaan hakea alan ulkopuolelta, esim. telakkateollisuudessa on pidempi historia esivalmisteiden ja putkityöpajojen hyödyntämisessä. (Aalto-Yliopisto 2018)

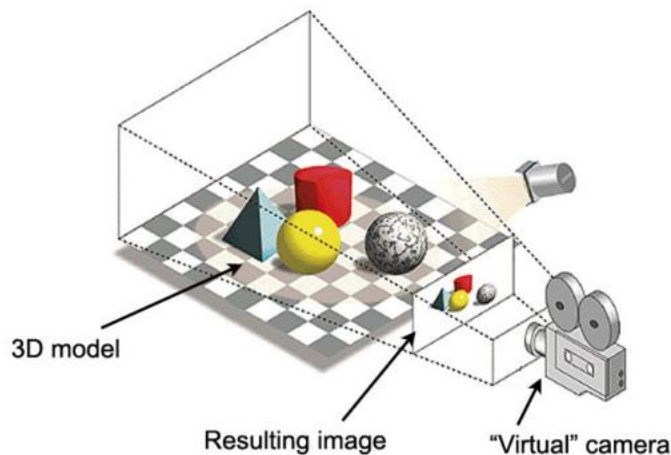
2.6.2 Virtuaalitodellisuus ja laajennettu todellisuus

Virtuaalitodellisuus (VR) ja lisätty todellisuus (AR) mahdollistavat suunnitteluvaiheessa olevien kohteiden tutkimisen luonnollisessa mittakaavassa ennen niiden rakentamista, mikä mahdollistaa potentiaalisten ongelmakohtien havainnoinnin ennen asennusvaihetta. Virtuaalitodellisuus sulkee kokonaan katsojan näkökentän ja vie katsojan kuvitteelliseen maailmaan, kun taas lisätty todellisuus tuo uusia elementtejä katsojan näkökenttään. Virtuaalitodellisuutta katselmoidaan päässä pidettävien näyttöjen (head mounted display, HMD) esimerkiksi virtuaalilasien avulla, kun taas laajennettua todellisuutta hyödynnetään rakennuspaikalla esimerkiksi Tablet-laitteella, jolloin katselija näkee tabletin ruudulta miltä suunniteltu rakennus näyttäisi luonnollisessa ympäristössä. AR-sovelluksia voidaan hyödyntää myös esimerkiksi keinotekoisien tiedon lisäämiseen rakennuspaikalla, kuten suunnitelmien havainnointiin asennuskohteessa, joka auttaa asennustehtävän tai vastaavan suorittamisessa. (Virtuaalimaailma 2016; Wang ym. 2013)

Virtuaalilasien sekä AR-sovellusten yleistyminen, kehittyminen ja suhteellisen edullinen hinta tuo lisäarvoa ja mahdollisuuksia hankekehitysvaiheeseen sekä suunnitteluprosessiin. Tällaisten kokonaisvaltaisten ja mukaansatempaavien teknologioiden hyödyntäminen lisää katselukokemuksen realistisuutta merkittävästi. Aikaisemmat vastaavat ratkaisut ovat perustuneet suhteellisiin kustannustehottomiin ratkaisuihin, kuten koko huoneen kokoihin CAVE-tiloihin tai seinän kokoihin näyttöihin perustuviin ratkaisuihin, joita on käytetty vain suurten hankkeiden kuten sairaaloiden ja muiden vaativien julkisten tilojen suunnitteluprosessissa käyttäjien osallistamiseen. (Johansson 2016)

Tietomallintamisen hyödyntäminen suunnitteluvaiheessa mahdollistaa yhteisen tietolähteen käytön 2D-piirustusten, havainnekuvien ja jopa reaaliaikaisten renderöintien ja virtuaalitodellisuuden tekemiseen. 3D- Tietomallista voidaan muodostaa kuva perustuen

virtuaalisen kameran sijaintiin, valaistukseen ja valittuihin pintamateriaaleihin. Virtuaalitodellisuuden oletetaan helpottavan merkittävästi visualisointien tekemistä myynti ja markkinointiaineistoa varten, mutta lisäksi reaaliaikaista visualisointia suunnittelu- ja kommunikointityökaluksi suunnitteluvaiheessa. Kuvassa 2 on esitetty 3D-renderöinnin periaatteet virtuaalikameraa hyödyntäen. (Johansson 2016)



Kuva 2. 3D-tietomallin muuntaminen kuvaksi virtuaalikameran avulla (Johansson 2016).

2.6.3 Viranomaistyön murros

Viranomaistoiminnan osalta tietomallintaminen tulee mullistamaan yhteistyön viranomaisten sekä yksityisen puolen välillä. Rakennusvalvonnat tulevat kehittämään valmiuksiaan vastaanottaa tietomalleja osana rakennuslupaprosessia, mm. kaupunkikuva-tarkasteluissa sekä lupaprosessin automatisoinnin osana. Esimerkiksi Vantaan kaupungin rakennusvalvonta on alkanut vaatia kaikkien lupahakemusten yhteydessä kohteen arkkitehtitietomallin, jonka tietosisältöä ja mallinnustarkkuutta on määritetty rakennusvalvonnan toimesta. Mallia hyödynnetään sääntöpohjaiseen tarkasteluun mm. esteettömyyden, poistumisteiden yms. suunnitelmien määräysten mukaisuuden tarkastamiseksi. Kuva 3 on kuvakaappaus Vantaan tietomalliohjeesta (Vantaan kaupungin tietomalliohje 2019). Oppilaitokset kouluttavat rakennusvalvonnan henkilökuntaa BIM-osaajiksi, tietomallintaminen tekee tuloaan osaksi rakennusvalvontojen arkipäivää.

8. Osastoivien rakennusosien **paloluokitukset** tulee olla merkittynä muodossa: **EI30, EI60...**

Paloluokka	<i>Pset_ *Common/FireRating tai Pset_ FireRatingProperties/FireResistanceRating</i>
------------	---

9. Sitä vaativien rakennusosien **äänieristys** tulee olla merkittynä muodossa **dB30, dB60...**

Äänieristys	<i>Pset_ *Common/AcousticRating</i>
-------------	-------------------------------------

10. Rakennuksen **ulkovaippa** tulee olla määriteltynä:

Pohjalaatta	<i>Attributes/PredefinedType = Baseslab Pset_SlabCommon/IsExternal = True</i>
Seinät	<i>Pset_WallCommon/IsExternal = True</i>
Katto	<i>Attributes/PredefinedType = Roof Pset_SlabCommon/IsExternal = True</i>

11. Ulkovaipan rakenteiden **U-arvot** tulee olla merkittynä:

U-arvo	<i>Pset_ *Common/ThermalTransmittance</i>
--------	---

12. **Ovien toiminta** tulee olla määriteltynä:

Oven toiminta	<i>IfcDoorStyle/OperationType</i>
---------------	-----------------------------------

13. **Turvalasit ja turvalasiovet** tulee olla merkittyinä:

Laminoitu	<i>Pset_DoorWindowGlazingType/IsLaminated = TRUE</i>
Karkaistu	<i>Pset_DoorWindowGlazingType/IsTempered = TRUE</i>

14. Irtoalusteet jätetään rakennusvalvontaan toimitettavasta mallista pois.

Kuva 3. Kuvakaappaus Vantaan rakennusvalvonnan tietomalliohjeesta

Kaavoituksen osalta puhutaan paljon ns. digikaavoituksesta, jonka odotetaan tekevän kaavoitusprosessin läpiviennistä nopeampaa. Kaavaprosessin läpiviemiseen ilman vastustuksesta tai muusta häiriöstä aiheutuvaa keskeytystä vie kaupungista riippuen keskimäärin 6–24kk, pahimmillaan kuitenkin useita vuosia. Digitaalisella kaavaprosessilla läpimenoaikojen oletetaan lyhentyvän. Perinteisesti kaavanvalmistelijan työpöydällä maakaavat selvitysaineistot käsitellään soveltuvalla digitaalisella alustalla. Kaavatiedot julkaistaan soveltuvassa digiympäristössä, minkä seurauksena kaikki suunnitelmat ja prosessit ovat välittömästi julkaisuhetkestä eteenpäin osapuolten katsottavissa ja vertailtavissa. Samalla kaavan tekemisestä muodostuu sähköinen arkisto. Digialustan odotetaan helpottavan viestintää ja vuorovaikutusta osapuolten ja sidosryhmien kanssa. (Kiradigi 2018)

Kaavatyön vuorovaikutuksen osalta tietomallien mahdollisuudet nähdään myös maankäytön suunnittelun visualisoinnissa. Maankäyttösuunnitelman esittelemineen visuaalisesti tietomallin avulla kaavavaiheessa edesauttaa vuorovaikutusta kuntalaisten kanssa, kun kaavakarttaa voidaan visualisoida.

3 LÄHTÖTILA-ANALYYSI

3.1 Lähtötila-analyysin kuvaus

Rakennusliike Laptin tietomallintamisen kehitysryhmän tehtävänantona on selvittää, miten tietomallintamista hyödynnetään Laptilla nyt ja tulevaisuudessa. Kehitysryhmä päätti käynnistää työskentelyn selvittämällä nykytila, jotta kehitysryhmä sekä yrityksen johto tunnistavat missä yritys nykypäivänä on tietomallintamisessa. Johdannossa todetun mukaisesti, yritys on toiminut hyvin alueorganisaatio johtoisesti, jonka seurauksena yritystasolla ei ole ollut kokonaisvaltaista ymmärrystä tietomallintamisen tilasta, sekä mitä tietomallintamisen kehittämisen eteen yrityksen eri alueyksiköissä on jo tehty. Yritystasosta ohjausta tietomallintamisen puolesta tai vastaan ei ole myöskään suoritettu. Yleisesti käsitys yrityksen tietomallintamisen nykytilasta ei alkuvaiheen keskustelujen perusteella ollut kovin korkeatasoinen. Mielenpitoet, asenteet ja kokemukset hyvin vaihtelevia, kun taas toisaalta odotusarvot tietomallintamisen hyödyistä kohtalaisen korkealla, mikäli osaamisen taso saadaan nostettua ja yritystasolta asetettua tavoitteet tietomallintamisen hyödyntämiselle.

Kehitysryhmä koostuu eri alueorganisaatioiden suunnittelunohjauksen ja rakennuttamisen toimihenkilöistä, jonka lisäksi kehitysryhmässä on yrityksen sisäisen laskentaorganisaation avainhenkilö mukana. Lähtötilaselvitys päätettiin suorittaa kehitysryhmän henkilöiden johdolla. Avainhenkilöiden tehtävänä oli jalkauttaa kysymykset aluetasolla oikeille henkilöille johdetusti. Esimerkiksi alueen tuotannosta vastaaville henkilöille tuotantoon liittyvät kysymykset, yhdessä yleisten osaamiseen ja koulutukseen liittyvien kysymysten kera. Kyselyn runko oli puolistrukturoitu, mutta vastauksille haluttiin antaa liikkumatilaa johtuen alueyksiköiden osaamistason heilahteluista, sekä mielipiteiden ja asenteiden kartoittamiseksi. Tavoitteena oli kartoittaa lähtötilanne aluetasolla mahdollisimman hyvin, ja johtaa alueiden osaamisesta yritystason osaamiselle lähtötaso.

Kyselytutkimus rakentui kahdeksan pääkysymyksen varaan, jotka olivat:

1. Missä määrin tietomallintamista hyödynnetty alueen projekteissa menneisyydessä, tällä hetkellä?
2. Tietomallintamisen suunnitteluun liittyvät asiakirjat sekä työskentelytavat. Mitä on tehty ja kehitetty?
3. Koordinaattoreiden / ulkoisten konsulttien käyttö vs. oman henkilökunnan käyttäminen?
4. Mallintamisen tasot erityisesti huomioiden, mikä koettu järkeväksi?
5. Onko mallia hyödynnetty kustannuslaskennassa? Jos kyllä niin miten?
6. Onko hankinta hyödyntänyt tietomallia (aliurakoitsijoille tarjouspyynnöissä määriä, mallia, yms.)?
7. Onko tietomalli ollut työmaalla käytössä? Jos kyllä, niin miten koettu – havaintoja & huomioita. Jos ei niin miksi ei? Tunnistetut hyödyt, potentiaalit yms.
8. Alueorganisaation osaamisen nykytila

Kyselyiden vastaukset kerättiin yhteen lähtötilanedokumenttiin, jota ei ole analysoitu tarkemmin ennen tätä opinnäytetyötä. Lähtötilaselvitys käytiin läpi lähes raakadatana kehitysryhmässä sekä toimitettiin kehitysryhmän toimeksiannosta vastaavalle ohjausryhmälle.

3.2 Tietomallintamisen hyödyntämisen nykytila

Kyselytutkimuksen perusteella voidaan todeta tietomallinnuksen hyödyntämisen kohdeorganisaatiossa perustavan yksittäisiin hankkeisiin, joissa projektiorganisaation vastuulla on ollut johtaa ja ohjata tietomallintamista pilottihanke perusteisesti. Osalla alueista tietomallintamista on hyödynnetty projekteissa vähäisessä määrin, jos olenkaan. Toisilla alueilla muutamia kohteita on suunniteltu tietomallipohjaisesti, mutta kohteiden tietomallintamista ei ole juuri johdettu. Yleisesti kyselyn perusteella nousi esille, että tietomallintamisen johtamiseen ei ole ollut käytössä ohjeistusta ja tietomallisuunnitelmat ovat puuttuneet. Edes tietomallikoordinaattoria ei välttämättä ole kohteisiin varsinaisesti nimetty. Kirjallisuustutkimuksen mukaisesti tietomallintamisen yksi tunnistetuimmista ongelmista johtuu yhteistyön toimimattomuudesta projektiorganisaatiossa, joka taas yleensä johtuu

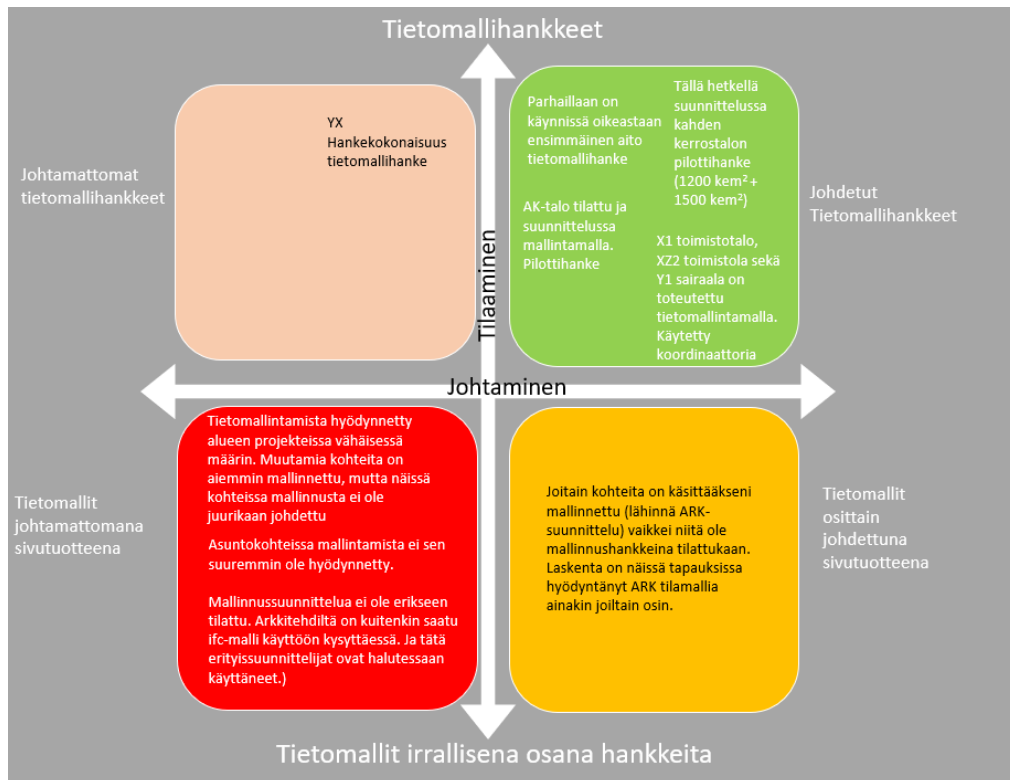
johtamisen puutteista. Tietomallihankkeen koordinointi on haastava tehtävä, johon tarvitaan ammattiosaamista sekä ammattimaista otetta.

Vastauksista nousi lisäksi esille, että yksittäisissä kohteissa tietomallintamalla on suunniteltu ja tietomallia on jollakin tasolla pystytty hyödyntämään (lähinnä ARK-suunnittelu), vaikkei suunnittelua ole tietomallintamalla tilattu. Hyödyntäminen näissä tapauksissa on tapahtunut lähinnä kustannuslaskennassa. Myös erityissuunnittelijat ovat joissain tapauksissa halutessaan käyttäneet arkkitehtimallia hyödykseen, ilmeisesti lähinnä suunnitelmien visualisointiin sekä hahmottamiseen.

Vastauksista kuitenkin nousee esille, että alueilla on parhaillaan käynnissä myös tietomallipohjaisesti tilattuja sekä johdettuja pilottihankkeita. Pilottihankkeiden osalta asetetuiksi tavoitteiksi mainittiin mm. tarkastella saavutettuja hyötyjä suhteessa kustannuksiin. Pilotointi itsessään on järkevä lähestymistapa osaamisen ja ymmärryksen lisäämiseksi, mutta kuten kirjallisuustutkimuksessa on osoitettu, ensimmäiset tietomallintamalla johdetut hankkeet voivat projektin alkuvaiheessa vaikuttaa haastavilta. Tietomallihankkeen alkuvaihe on työläämpi kuin perinteisen 2D hankkeen, mikä voi osaltaan aiheuttaa pilottihankkeissa epäonnistumisen tunnetta ja vähentää omistautumista uuden teknologian sekä toimintatavan käyttöönottamiselle. Osaamisen heikko taso johtaa usein vastoinkäymisiin ja negatiivisiin tuloksiin pilotoinnissa. Pilotoinnin ongelmana yleisesti on tavoiteltavan hyödyn epämääräisyys sekä huono johtajuus läpi prosessin.

”Tietomallinnettuja toteutettuja hankkeita ei ole, tällä hetkellä suunnittelussa kahden kerrostalon pilottihanke. Pilottihankkeen perusteella tarkastellaan saavutettuja hyötyjä suhteessa mallintamisen kustannuksiin. Johtopäätökset mallinnuksen optimaalisesta tarkkuudesta, hinta vs hyöty, mallintaako kaikki suunnittelualat.”

Kuvassa 4 on koottuna kommentteja tietomallintamisen nykytilasta. Kuvassa on jaoteltuna kommentit sen mukaan, millä tavalla tietomallintamista on hankittu sekä johdettu. Varsinaisiksi tietomallihankkeiksi laskettakoot hankkeet, joissa tietomallintaminen hankkeelle on tilattu. Tietomallihankkeetkin on jaettu vielä johdettuihin sekä johtamattomiin hankkeisiin.



Kuva 4. Tietomallien hyödyntäminen projekteissa tällä hetkellä.

3.3 Tietomallintamisen suunnitteluun liittyvät asiakirjat sekä työskentelytavat

Toinen kysymys käsitteli tietomallintamisen johtamista lähinnä projektinjohdon sekä suunnittelunohjauksen näkökulmasta. Kyselytutkimuksesta nousee esille, että kohdeyrityksessä ei ole kehitetty tietomallihankkeen johtamisen tai ohjaamisen asiakirjoja. Vastauksista käy myös ilmi, että alueilla kaivattaisiin yritystasolta tukea. Käytännössä panostusta tietomallintamisen johtamiseen, prosessien ja dokumentaation kehittämiseen.

”Kannattaisi tehdä nyt aluksi kattava mallinnusohjeistus ja asiakirjapohjat siihen, että mallinnus vietäisiin sille tasolle, että suunnittelu voitaisiin yhteensovittaa mallin avulla. Laskenta voitaisiin suorittaa mallista. Tuotannossa ja tuotannon suunnittelussa voitaisiin hyödyntää mallia.”

Vastaavat huomiot sekä tarpeet nousevat esille kirjallisuudessa sekä aikaisemmissa tutkimuksissa. Esimerkiksi Simppasen tutkimuksen mukaan kohdeyritykseltä puuttui ohjeistus tietomallipohjaisen toimintatavan jalkauttamisiksi, mukaan lukien tietomallivaatimukset ja ohjeistukset. Simppanen toteaa vaatimukset ja ohjeet tekijäksi, jonka seurauksena tietomallintamisen luvatut hyödyt voidaan saavuttaa. Ohjeistuksen laatiminen

edellyttää myös tietomallipohjaisen toimintatavan liittämistä yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään. (Simppanen 2018, 79)

Osassa projekteja tietomallintamiselle ei ollut asetettu ollenkaan vaatimuksia tai ohjeistusta. Jokainen yksittäinen suunnittelija on käytännössä saanut suunnitella, miten parhaaksi on nähnyt, tehden itsenäisiä valintoja oman suunnittelualan mallintamisen osalta. Perusteluina on todettu, että jos ei vaadita tietomallintamista, voidaan saada osa suunnittelutyöstä itsessään edullisemmin, kun suunnittelijat eivät ”*mallinna niin täydellisesti*”. Osaan projekteista mallinnusohje on tilattu tietomallikoordinaattorilta.

Käynnissä oleviin pilottihankkeisiin taasen on laadittu sekä tietomallisuunnitelmat että tietomalliohjeistukset. Näiden osalta kaikkien suunnittelualojen suunnittelusopimukset (ARK, RAK, LVISA) on laadittu tietomallintaminen huomioiden. Sopimusten liiteasiakirjoina on esim. hankkeen tietomalliohjeistus, YTV:n viittaukset ja tehtäväluettelot/tarkastuslistat, joihin on viitattu myös sopimuksessa itsessään. Kyselytutkimuksen tässä kysymyksessä nousee esille jo aluerajojen yli suoritettu yhteistyö, sillä tietomallisuunnitelma ja tietomalliohjeet on tehty toisen alueen pilottihankkeen dokumenttien pohjalta. Ohjeita on jalostettu oman osaamisen puitteissa. Projektijohtamisen perinteistä dokumentaatio on myös kehitetty tietomallihankkeen johtamisen ehdoilla, kuten esimerkkinä tietomallintamisen huomioiminen suunnitteluajataulussa sekä tarkastuspisteiden aikatauluttaminen suunnitteluprosessiin. Myös suunnittelusopimukset ja tarjouspyynnöt on päivitetty vastaamaan tietomallihankkeen tarvetta.

Kuvassa 5 on esitetty tietomallintamiseen liittyvien ohjeiden ja malliasiakirjojen kommentteja. Kommenteista on havaittavissa projektiorganisaatioiden hyvinkin paljon toisistaan poikkeava lähtötaso.



Kuva 5. Tietomalliasiakirjoihin liittyviä kommentteja.

3.4 Koordinaattoreiden / ulkoisten konsulttien käyttö

YTV 2012 osa 1 mukaisesti, tietomallihankkeessa tulee nimetä tietomallikoordinaattori, joka voi olla joko pääsuunnittelija tai joku muu pääsuunnittelijan tai hankejohdon valitsema tah. Tietomallikoordinaattorin tehtävät ovat osin pääsuunnittelijan tehtävien kanssa päällekkäisiä, mutta luonteeltaan teknisiä. Eri suunnittelualojen tietomallien yhdistämisestä ns. yhdistelmämalliin vastaa lähtökohtaisesti tietomallikoordinaattori, joka raportoi havaitsemansa virheet suunnittelun ohjaukseen sekä muille suunnittelijoille. Eri suunnittelualojen mallien päivittämisestä ja suunnitelmien yhteensovittamisesta huolehtiminen ja muutostilanteiden valvonta on tehtäväluettelon mukaisesti pääsuunnittelijan vastuulla. (YT 2012 osa 1, 10) Todettakoon, että rakennusliikkeiden ostaessa

suunnittelua, erityisesti omaperusteisessa tuotannossa vakiintuneen käytännön mukaan tämä kyseinen pääsuunnittelijan vastuu lankeaa suurelta osin poikkeuksetta tilaajan suunnittelunohjauksen tehtäväksi.

Lähtötilanteen sekä tulevaisuuden tahtotilan selvittämistä varten kehitysryhmä näki tarpeelliseksi selvittää, missä laajuudessa kohdeorganisaatiossa hyödynnetään talon ulkopuolista osaamista ostopalveluna. Yleisenä havaintona voidaan todeta, että kohdeyrityksen sisällä ei ole ollut tietomallikoordinaattorin tehtävien hoitamiseen osaamista eikä tarvittavia resursseja. Suunnittelunohjauksen toimihenkilöt ovat toimineet pilottihankkeissa tietomallimanagereina, vastaten tietomallihankkeen yleisjohdosta. Kaikissa tapauksissa tietomallikoordinaattorin tehtävät on ostettu ulkopuoliselta toimijalta.

”Tällä hetkellä tarvitaan ulkopuolista koordinaattoria oman osaamisen sekä resursien puutteen vuoksi.”

Käytännöt vaihtelivat hyvinkin paljon eri alueiden välillä. Tietomallikoordinaattoriksi on nimetty joissain tapauksissa hankkeen projektiarkkitehti, johtuen osaltaan valitun arkkitehtitoimiston tietomalliosaamisen tasosta. Silloin koordinointi on sisällytetty suunnittelusopimukseen sekä palkkioon ilman erillistä toimeksiantoa ja kustannusta. Tehtävä on sisältänyt suunnitelmien yhteensovittamisen, risteilytarkastukset ja mallintamisen yleisen koordinoinnin yhteistyössä tilaajan tietomallimanagerin kanssa.

Ylivoimaisesti yleisin tapa suorittaa tietomallikoordinaattorin tehtävät on ollut ostaa tehtävät ulkopuoliselta konsultilta. Osittain koordinaattorit ovat hoitaneet tehtävänsä aluekohtaisten tietomalliohjeistusten mukaan, mutta lähes yhtä usein koordinaattori on itse toimittanut työnkuvauksen, millä hanketta on ohjattu. Mukaan lukien koordinaattorin oman työn osuus. Tietomallikoordinaattorin palveluita on ostettu lähes poikkeuksetta tuntityöperusteisesti, yksittäinen alue on sopinut tuntihinnan lisäksi kattohinnan sopimukselle.

Yllättävää kuitenkin on, että kyselyn mukaan useampi alueorganisaatio ottaa vahvasti kantaa tietomallikoordinaattorin tehtävien sisään ottamisen puolesta. Kommentit ovat osittain perusteltuja, sillä tietomallikoordinaattorin rooli ja koordinaattorin tietomalliosaaminen ovat ydinasemassa tietomallintamisen hyötyjen saavuttamiseksi. Lisäksi tietomallintamisen yleistyessä yritys säästää kustannuksissa, tietomallintamisen hyödyntämisen kynnys madaltuu ja koordinaattorin osaamiseen tukeutuminen helpottuu läpi projektiorganisaation. Esimerkiksi yksittäisen työnjohtajan on huomattavasti helpompi soittaa oman organisaation tietomallikoordinaattorille kuin ulkopuoliselle konsultille.

"Mielestäni olisi järkevää, että Laptin henkilökuntaan luodaan uusi tehtäväkuva tietomallinkehittämistä / koordinaattorin toimia varten (aluksi voi tehdä molempia) -> missä vaiheessa projekteja on niin paljon, että kannattaa palkata oma tietomallikoordinaattori (yhteinen resurssi eri alueilla)"

"Aluksi ulkopuoliset alan parhaat koordinaattorit, joiden avulla koulutetaan omat spesialistit meidän leipiin. esim. E-S ja L-S (myös K-S?) alueelle yksi koordinaattori."

"Käytetty ulkopuolista tietomallikoordinaattoria, isossa hybridi-hankkeessa. Koordinointi pitäisi ottaa oman henkilökunnan kautta, mikäli aloitetaan hyödyntämään mallintamista laajemmin -> Laptin henkilökuntaan tietomallikoordinaattori"

3.5 Tietomallintamisen tasot

Tietomallintamisen tarkkuustaso riippuu hankkeen vaiheesta ja tietomallien hyödyntämistarpeista. Esimerkiksi Arkkitehtisuunnittelun osalta pääosin tarkkuusvaatimukset voidaan jakaa taulukon 2 mukaisesti kolmeen tasoon, joiden sisällä on pieniä eroavaisuuksia eri rakennusosien välillä.

Taulukko 2. Arkkitehtisuunnittelun mallinnustasot.

Taso 1	Taso 2	Taso 3
Käyttötarkoitusten suunnittelijoiden välinen kommunikointi ja suunnitelmien yhteensovittaminen	Käyttötarkoituksina ovat hanke- ja luonnosvaiheissa energia-analyysit, rakentamisen valmisteluvaiheessa rakennusosapohjainen määrälaskenta.	Käyttötarkoituksina ovat työmaan aikataulusuunnitelma ja hankinnat; sijainti ja geometria on mallinnettuvaatimusten mukaisesti.

YTV 2012 mukaisesti tason määrittäminen suoritetaan tarkemmalle tasolle suunnittelu-alakohdittaisen sisältövaatimukset taulukon mukaisesti, jossa voidaan merkitä kullekin rakennusosalle hankkeen eri vaiheessa haluttava vaatimustaso. Useissa paikoin asetettuja tasovaatimuksia on syytä myös hieman selventää, sillä esimerkiksi energiasimuloinnin ja määrälaskennan asettamat vaatimukset malleille ovat hieman erilaiset, vaikka niitä molempia kuvataan tasolla 2. Kuvassa 6 on esitetty kohdeorganisaation pilottihankkeesta ARK-tietomalliohjeen tarkkuuden päätasot, joihin voidaan viitata esimerkiksi tarjouspyyntövaiheessa. Tasojen sisältö ja vaatimukset avataan asiakirjassa huomattavasti tarkemmin.

Tarkkuustaso [YTV2012]	Mallinnuksen tarkkuustason kuvaus
1	Mallinnetaan perusgeometrian osalta oikein niin, että rakenteiden ja tilojen kokonaismäärät selviävät mallista. Luonnostyytit ja –määritykset riittävät.
2	Mallinnetaan perusgeometrian osalta oikein niin, että rakenteiden ja tilojen kokonaismäärät selviävät mallista. Mallissa tulee olla kohteen oikeat rakennetyypit, ikkunoissa ja ovissa perustyytykset sekä EI- ja dB-arvot.
3	Mallinnetaan perusgeometrian osalta oikein niin, että rakenteiden ja tilojen kokonaismäärät selviävät mallista. Mallissa tulee olla ikkunoiden ja ovien lopulliset liitterat.

Kuva 6. Pilottihankkeen ARK–mallinnuksen päätasot kuvattuna.

Vastausten perusteella YTV:n tietomallinnustasot olivat pääosalle suunnittelunohjauksesta vastaaville teoriasolla tuttuja. Mallintamisen tasona pilottihankkeissa käytetty karkeasti jaotellen YTV:n tasoa 2, osassa hankkeista mallinnuksen taso määritetty suunnittelualakohtaisesti mallinnusohjeisiin rakennusosittain/komponenttikohtaisesti. Perusgeometrian mallintamiseen törmäystarkasteluja ja hahmottamista varten taso 2 koettiin riittäväksi. Tuotannonohjaamiseen työmaalla sekä erityisesti laskentaa ja hankintaa varten taas kommenttien mukaisesti pitää mennä jopa tasoon 4 asti (esim. rakennesuunnittelussa elementit ja paikallavalut geometrian ja sijainnin osalta oikein liittymiseen, raudoitteineen ja valutarvikkeineen. Teräskokoonpanot konepajatasolle. Paalutarkkeet siirretään malliin ja paalut mallinnetaan toteuman mukaan.)

Kyselystä ilmeni, että käytännössä osa suunnittelijoista mallintaa osittain jopa tasoon 4, vaikka tilaus olisi tasoon 2. Yleisesti betonielementit mallinnetaan aina tasoon 4. Vastauksissa nostettiin esille suunnittelun hintavaikutuksen selvittäminen ja mallintamisen hyödyntämisen suunnittelu etukäteen projektille, jotta osataan määrittää oikea tason tietomallintamisen lähtötiedoksi.

”Mallinnuksen taso määritetty suunnittelualakohtaisesti mallinnusohjeisiin rakennusosittain/komponenttikohtaisesti.”

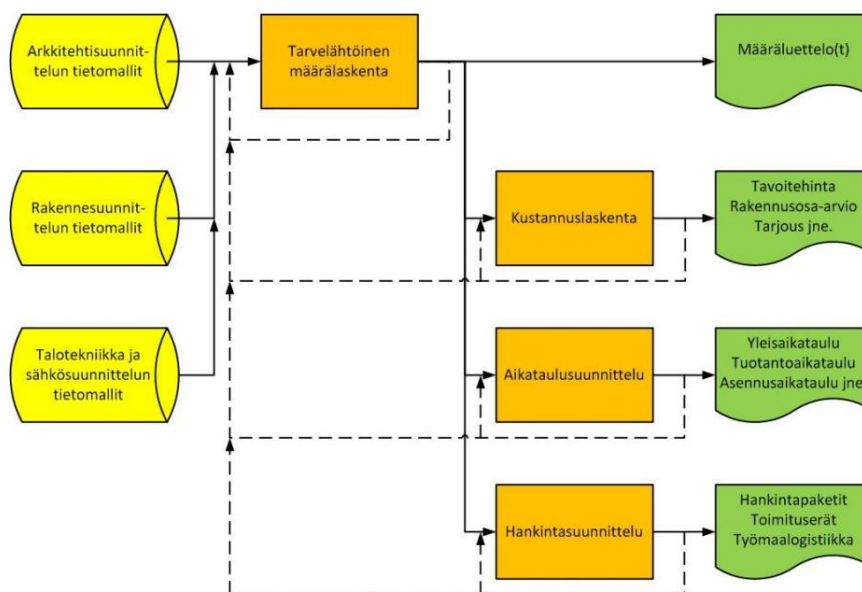
Osassa hankkeista taas on vastattu ulkopuolisen tietomallikoordinaattorin avulla suunnittelijoiden esittämisiin kysymyksiin mallintamisen tasosta. Käytännössä tasoa ja tietomallin hyödyntämistä projektissa ei siis ole määritetty.

3.6 Tietomallien hyödyntäminen kustannuslaskennassa

Rakennuksen tietomallien avulla rakennusliikkeiden on mahdollista tehostaa kustannuslaskentaa hyödyntämällä tietomallien sisältämien määrätietojen käyttöä hankkeen eri vaiheissa. Käytännössä määrien manuaalinen mittaaminen 2D – suunnitelmista voidaan

suurelta osin korvata tietomallipohjaisella määrien mittaamisella. Määriä voidaan mitata niin arkkitehdin, rakenne- kuin talotekniikan tietomalleista sekä näiden yhdistelmämallista. Tietomalleihin perustuva toiminta muuttaa rakennusliikkeen laskentatoimen työtä merkittävästi, rutiinityö vähenee ja samalla ammattitaidon vaatimus kasvaa. Perinteisistä määrälaskijoista tulee yhä vahvemmin määrääsiantuntijoita, joiden tehtävänä on ottaa määrät ulos tietomalleista ja arvioida tiedon luotettavuutta kriittisesti. Rakennuksen tietomallista ei kuitenkaan voida laskea kaikkia hankkeen aikana tarvittavia määrätietoja. Laskentatoimen ammattitaitoa tarvitaan edelleen lähtötietojen ja lähtömateriaalin arvioinnissa, laskennan kattavuuden varmistamisessa, vaihtoehtojen esille tuomisessa ja tulosten jäsentämisessä. Tietomallien määrätiedon hyödyntäminen on visualisoitu YTV:ssä kuvan 7 mukaisesti. (YTV 2012, osa 7)

Määrä- ja kustannuslaskennan osalta tulee tarkastella käytössä olevien ohjelmistojen soveltuvuutta tietomallipohjaiseen laskentaan. BIM-pohjaiset kustannuslaskentaohjelmit mahdollistavat tietomallipohjaisen tietojen hallinnan rakennusosa-, suorite- ja/tai panostasoilla. Hinnoittelu voidaan suorittaa kustannuslajeittain ja/tai panoksittain. Ohjelmistojen havainnollisuus tukee laskentaa, esimerkiksi laskennan yksittäistä riviä klikkaamalla ohjelmit näyttävät tietomallista mistä koosta tietomallia riville yksilöidyt määrätiedot on tuotu, jolloin laskija voi visuaalisesti tarkastaa onko tieto oikeaa ja riittävää. Tuotantovaiheessa työmaalla on sama tieto käytettävissä, minkä ansiosta hankkeen kommunikaation taso nousee aivan uudelle tasolle.



Kuva 7. Tietomallien määrätiedon hyödyntäminen rakennusprojektissa.

Kyselytutkimuksen mukaan, kohdeorganisaation laskentatoimi hyödyntää tietomalleja jo hyvinkin laajasti hankkeiden kustannuslaskennan osana, kun niitä on saatavilla laskentaineistona. Tietomallia on hyödynnetty käytännössä määrälaskennassa sekä suunnitelmien hahmottamisessa. Kokemukset ovat vaihtelevia, riippuen tietomallintamisen laadusta. ”Oikein” mallinnetusta suunnittelusta koetaan olevan suuri hyöty määrälaskennassa. Joillain alueilla pilottihankkeet eivät ole vielä edenneet laskentavaiheeseen, mutta odotukset tietomallien käytöstä laskennan apuna ovat korkealla.

Malleja on hyödynnetty laskennassa mm. apuna kohteen hahmottamiseksi sekä määrälaskennassa. Lisäksi tietomalleista saadaan tietoa myös hankinnan ja ennakkotarjouspyyntöjen tueksi, kuten valmiita määrälistauksia, jotka on liitetty urakkalaskentamateriaaliin. Määrät on otettu tietomallista yleisesti hyödyntäen Solibrin tai Teklan määrälaskenta ominaisuutta. Arkkitehtimallista saadut määrät pitää usein muuntaa TALO80-laskentaa vastaaviksi määriksi Excelissä summaamalla ja/tai kaavoilla, johtuen arkkitehtisuunnittelun nimeämisen eroavaisuudesta TALO80 verraten. Yleisesti arkkitehtitoimistot ovat ottaneet käytössä olevien arkkitehtisuunnittelun ohjelmistojen vuoksi käyttöön TALO2000-nimikkeistön ja tietomallien tietosisältö muodostetaan rakennusosittain, mutta tämä ongelma on ratkaistavissa yrityksen tietomalliohjeistuksella, määrien muunnostyökaluilla sekä laskentaohjelmistojen kehittämisen avulla. Teklan rakennemallin määrät todettiin olevan helpommin suoraan hyödynnettävissä. 3D-määrälaskenta on hyvä apu kohteen määrälaskentaan, yleensä mallikohteessa ensin katsotaan mitä käytökelpoisia (luotettavia) määriä saa suoraan mallista, loput lasketaan 2D:ssä.

”Muutamassa kohteessa ollut laskennan aloitusvaiheessa arkkitehdin tietomalli. Kun muita suunnitelmia (tasokuvat, leikkaukset jne.) on ollut kyseisissä vaiheissa hyvin vähän käytössä, helpottaa malli paljon kokonaiskuvan hahmottamista. Malli helpottaa myös keskustelua esim. suunnittelijoiden ja suunnittelunohjauksen kanssa. Tässä vaiheessa mallia voi hyödyntää myös massojen ristiin tarkistukseen, mutta suoraan ei voi mallin määriä hyödyntää. ”

Seppäsen mielestä tietomallintamisen kustannuslaskennan suurimpana haasteena on ihmisten kuvitelma, että tietomallista saadaan nappia painamalla kaikki oikeat kustannukset ulos. Todellisuudessa määrä- ja kustannuslaskenta edellyttää tietomallihankkeessakin suuren määrän työtä, kun laskenta selvittää onko tietomallin tietosisältö mallinnettu sillä tavalla kuin mitä kustannuslaskennassa oletetaan, sekä selvittää mitä kaikkea tietomallista mahdollisesti puuttuu, joka taas vaikuttaa kokonaiskustannuksiin. Tarkat määrät tietomallista saa monen tyyppistä käyttötarkoitusta varten ulos, mutta erityisesti kustannuslaskennan tulee olla tietoinen mitä rajoitteita käytössä olevalla tietomallilla on. Laskennan tulee varmistua miten asiat ovat tässä kohteessa mallinnettu ja

aiheuttaako ne lisävähennysten tai vastaavien tekemistä verrattuna mallin tietosisältöön. Lisäksi liittymät, detaljit yms. lisäkustannukset joudutaan käsin lisäämään kustannuslaskennassa. Seppäsen kokemusten mukaan, ensimmäisen kustannuslaskennan tekeminen yksittäiseen kohteeseen ei välttämättä ole hirveästi paljon nopeampaa kuin käsin laskeminen, mutta suunnittelun edetessä muutosten päivittäminen laskentaan vie vain kolmasosan perinteiseen laskentatapaan verraten. (Seppänen 2019) Tulee kuitenkin huomioida, että Seppäsen havainnot ongelmista ovat selätettävissä yhtenäistämällä organisaation tietomalliohjeet ja vaatimukset sekä varmistamalla tietomallien tasalaatuisuus. Pyrkimys on siis toimittaa tietosisällöltään yhtenäisiä tietomalleja projektista toiseen, mikä tulee nopeuttamaan määrä- ja kustannuslaskennan työtä huomattavasti, kun tieto, osaaminen ja luottamus kahteen edellä mainittuun lisääntyy. Kun näihin yhdistetään vielä määrä- ja kustannuslaskentaa tukeva ohjelmisto, tullaan huomaamaan merkittävät hyödyt sekä kustannuslaskenta, että tuotantovaiheessa.

Kustannuslaskennan osalta kyselyssä nousi esille hyviä huomioita, jotka tulisi ottaa huomioon tietomallintamisen kehittämisessä yritystasolla. Esimerkiksi arkkitehtimallin komponentit eivät sellaisenaan vastaa TALO80-nimikkeistön laskentatapaa, jonka vuoksi Excel taulukko muunnoksia joudutaan tekemään. Mallit ovat olleet viimevuodet hyväta-soisia, ne on mallinnettu oikein (määrälaskennan näkökulmasta). Ei juurikaan komponenttien nimeämisvirheitä. Puuttuvia rakenteita on edelleen mallintamisesta huolimatta, mutta ei päämassoissa.

Kustannuslaskennan näkökulmasta tietomallin mukana on tärkeä laittaa aina jakeluun tietomalliselostus ja vaihe ilmoitus sekä tietomallisisältö -asiakirjat, jotta laskijan ei tarvitse lähteä erikseen soittelemaan ARK- ja RAK-suunnittelijoille mitä mallin tietoa voi hyödyntää ja mitä ei. Eli kustannuslaskennankin näkökulmasta, tietomalliohjeet ja vaatimukset ovat keskeisessä asemassa tietomallipohjaisen kustannuslaskennan onnistumisen näkökulmasta.

Kustannuslaskennan näkökulmasta mallintamisen ”karkeus”-tasoja ei juurikaan voi olla, koska mallista pitää aina saada laskettua rakennusosia / komponentteja. Niitä joko voi olla tai ei ole. Välimuotoa esim. välipohjan kuvaamiseen ei ole. Tapaus kohtaisesti voidaan määrittää mitä rakennusosia missäkin laskennan vaiheessa mallinnetaan. Esim. keittiöitä ei tarvitse mallintaa hankkeen alustavaa kustannusarviota varten.

3.7 Tietomallien hyödyntäminen hankintatoimessa

Tietomallien hyödyntäminen kohdeorganisaation hankintatoimessa on kyselyn mukaan ollut hyvin vähäistä. Muutamat yhteistyökumppanit ovat kyselleet hankkeiden tietomalleista ja mahdollisuudesta hyödyntää malleja, mutta tarve tietomallien hyödyntämiseen hankintatoimessa urakkakyselyjen osalta on koettu toistaiseksi vähäisenä. Toisaalta taas betonielementtien osalta eräällä alueella esimerkiksi ontelolaatatot on tilattu suurlta osin rakennesuunnittelijan rakennemallin mukaan.

”Suurimmalti osaksi ontelolaatatot tilattu rakennesuunnittelijan mallin mukaan (malli lähetetty suoraan tehtaalle).”

Vastausten perusteella hankintatoimessa tietomallia voitaisiin hyödyntää määräluetteloiden osalta, lisäämällä tietomallista otetut määräluettelot tarjouspyyntöihin. Toistaiseksi kuitenkin nähdään vielä parempana ratkaisuna tehdä urakkasopimukset aina paperikuvien pohjilta, joita tietomallista saadut määrätiedot voivat tukea. Kuvattu toimintatapa lie-nee hyvä lähtökohta tietomallintamisen pilottiprojekteissa sekä alkuvaiheessa, mutta tietomallintamisen lupausten saavuttaminen vaatii tietomallihankkeen johtamiseen luottamista ja tietomallin tarjoaman tiedon hyödyntämistä läpi rakennusprosessin. Ilman yrityksen suorittamaa ohjausta mallinnetuissa hankkeissa, tietomallia ei tulisi hyödyntää sopimusdokumenttina missään tapauksessa, sillä niiden laadusta ei ole varmuutta.

Eräässä yrityksen mittakaavaltaan erityisen suuressa hankkeessa hankintaorganisaatio ei hyödynnä mallia määrien ottamiseen, mutta tietomallintamista hyödynnetään rakenteiden ja urakkarajapintojen hahmottamiseksi, mikä on osaltaan jo koettu hankintainta helpottavaksi ratkaisuksi.

3.8 Tietomallien hyödyntäminen tuotannossa

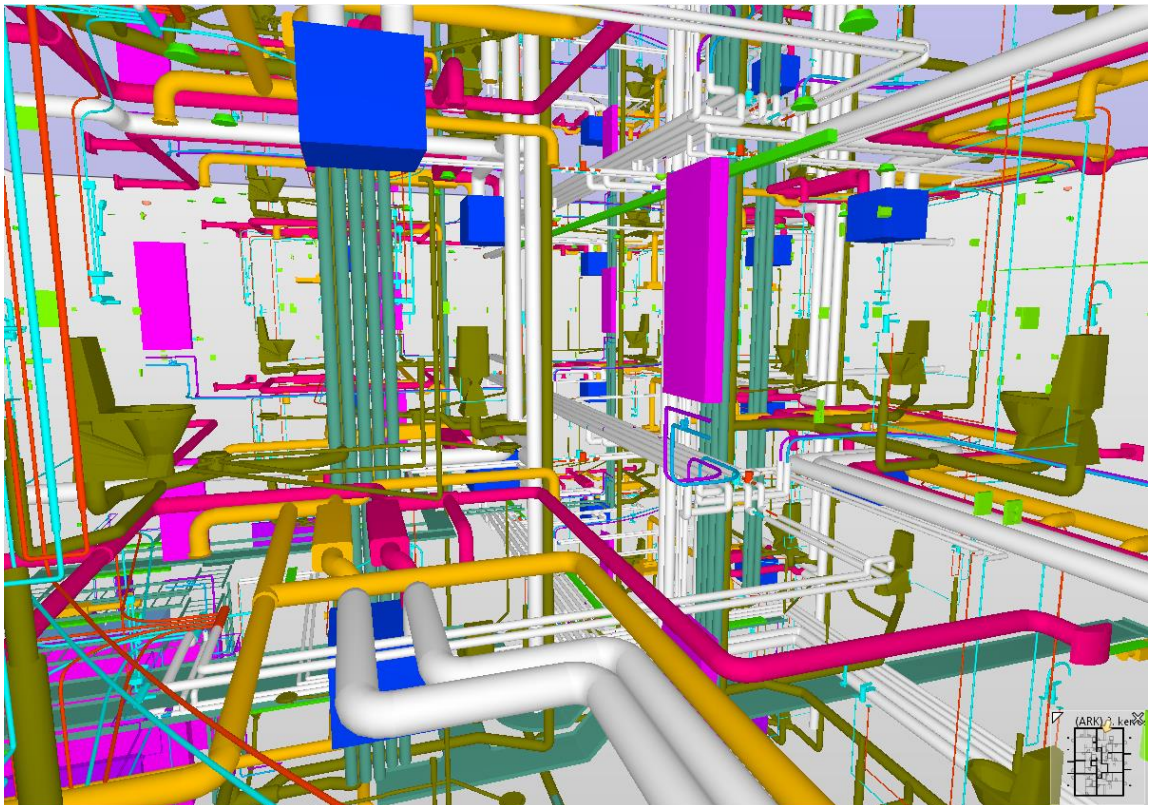
Lähtötilakyselyn mukaan tietomallien hyödyntäminen on erään tuotantojohtajan mukaan tällä hetkellä lähes olematonta. Suhtautuminen tietomalleihin on ollut yleisesti nihkeää, johtunee osittain osaamisen puutteesta. Työnjohdolla ei ole oikeasti käsitystä mallintamisesta (tuntematon ”peikko”, jota täytyy vastustaa). Positiivisia kokemuksia tietomallien hyödyntämisestä on aikaisemmalta työuralta, johon on lukeutunut kohteita, joissa tuotanto hyödynsi malleja hyvinkin paljon. Kommentit ja asenteet muuttuivat hankkeiden

aikana epäilevistä positiivisiksi. Mitä enemmän tietomallien hyödyntämistä opittiin, sen positiivisemmaksi muuttuivat asenteet.

”Tämän pohjalta voisi ajatella, että kunhan osaaminen ja ymmärrys mallintamisesta lisääntyy, myös meillä Laptilla, saattaa monenkin vastustajan asenne muuttua!”

Toisella alueella tuotanto näki huolellisesti suoritetun törmäystarkastelun helpottavan työmaata huomattavasti, erityisesti LVI-mallin osalta. Rakennepiirustusten tasokuvista oli aluksi puuttunut mittaviivat, kun kuvat oli tulostettu tietomallista. Ongelma liittyy edellä mainittuun mallintamisen tekniseen laatuun. Kyseisen työmaan vastaava mestari hyödyntää tietomallia. Kokemukset ovat hyvät, joskin saavutettuja hyötyjä ei ole yksilöity vastauksessa. Yleisesti todettiin tietomallin toimivan hyvänä työkaluna suunnitelmien havainnollistamiseen.

Yhdellä alueella ei ole laisinkaan kokemusta mallin hyödyntämisestä hankkeissa. Tälläkin alueella työpäälliköllä kokemusta muutamasta tietomallihankkeesta aikaisemman työuran saralla. Saavutetun opin perusteella tietomalleista on hyötyä monimutkaisissa



Kuva 8. Kuvakaappaus kohdeorganisaation hankkeen TATE-yhdistelmämallista.

hankkeissa tai vaativissa rakenteissa, sillä se toimii hyvänä työkaluna havainnollistamiseen.

Erään alueorganisaation tuotantojohtaja kokee tietomallien hyödyntämisen työmaalla olevan toistaiseksi vielä tulevaisuutta, kun ensin osattaisiin suunnitella ja johtaa tietomallihankkeet oikein ja kustannustehokkaasti. Myös työkalujen todettiin olevan vielä riittämättömät tietomallien pyörittämiseen. Kun edellä olevat asiat ovat kunnossa, lupaa tuotanto sitoutua ottamaan tietomallit osaksi työmaan arkea. Tietomallien hyötyjä osataan listata paljonkin, kuten mm. parempi ennakointi mahdollisin ongelmakohtiin, tarvikkeiden parempi ennustettavuus määräluetteloiden osalta.

Toisaalla tietomallit ovat käytössä työmaan arjessa. Tietomallit todetaan hyväksi apuvälineeksi, jos pitää tarkastaa mittoja, määriä, päällekkäisyyksiä yms. Ongelmaksi on tunnistettu, että käytössä olevat tietokoneet eivät ole riittävän tehokkaita isojen tietomallien pyörittämiseen, mikä tuskastuttaa ja aiheuttaa negatiivisia kommentteja jopa itse tietomallintamista kohtaan. Työmaalla nähdään, että pitäisi olla käytössä tehokkaat Tablet-tietokoneet, joiden avulla tietomallia voisi paremmin hyödyntää kentällä.

Pääosin negatiivisiksi luettavia kommentteja mahtuu myös tuotannon vastauksiin. Yhdellä työmaalla koetaan, että tietomallista ei ole hyötyä, sillä LVI-puoli on sekoillut urakan ja suunnitelmat ovat ihan solmussa tietomallissa. Kuitenkin tietomallintaminen koetaan ihan hyväksi jutuksi, jos siihen voi luottaa ja se on yhtä tarkka ja ajantasainen kun kaikki muutkin kuvat. Työmaalla on epäilyksinä luotettavuutta ja ajantasaisuutta kohtaan. Edellä mainitut ongelmat viittaisivat epäonnistumisiin kyseisen tietomallihankkeen johtamisen osalta.

”Minusta mallinnus ihan hyvä juttu jos siihen voi luottaa ja se yhtä tarkka ja ajantasainen kun kaikki muutkin kuvat...eli koko aikainen päivitys ja ristiin tarkastukseen joku kuka tekniikasta jotakin ymmärtää, meillä vieläkin osa putkista kulkee toisten putkien läpi mallissa.”

Käynnissä olevan vaativan sairaalatyömaan osalta kommenttina todetaan, että hyvin tehdystä mallista saa tiedot todella tarkkaan, työmaalla materiaalihukka pienenee ja kustannukset pysyvät hanskassa. Tietomallista on ollut suuri apu hankkeen läpiviemisessä. Kyseinen hanke palkittiin Rakennuslehden vuoden 2019 työmaapalkinnolla.

3.9 Osaamisen nykytila

Kehitysryhmä halusi lisäksi kysyä alueorganisaatioiden tietomalliosaamisen nykytilasta yksilöitynä kysymyksenä. Tietomallihankkeen johtamisen sekä suoritettujen koulutusten osalta tarkennettiin pääkysymystä, jotta voitaisiin muodostaa käsitys projektinjohdon tietomalliosaamisesta sekä tietomallipohjaisen prosessin johtamisesta. Muiden toimintojen osalta tarkentavilla kysymyksillä ei haluttu sen enempää ohjata vastauksia. Vapaamuotoisesti kysymällä vastauksista on mahdollista tunnistaa myös asenteita ja odotuksia tietomallintamista kohtaan, sekä toisaalta kartoittaa vastaajien ymmärrystä alan nykytilanteesta.

Selvästi eniten osaamista ja suoritettuja koulutuksia vastausten perusteelta löytyy projektinjohdosta sekä laskentatoimesta. Yksittäinen henkilö oli suorittanut AMK Tietomallikoordinaattori –koulutuksen Metropoliasa 2017–2018, jonka tavoitteena on tietomallintamisen ja mallinnusprosessin perusasioiden ymmärrys ja mallinnuksen hyödyt, haasteet ja mahdollisuudet ja osaaminen lisääminen tietomallihankkeen läpiviemisestä. Tämän lisäksi Solibrin peruskurssin koulutuksia sekä syventävän checker-kurssin suorittajia löytyi alueilta useampia. Ylivoimaisesti suurin osa vastaajista on kuitenkin itse oppineita ohjelmistojen käyttäjiä. Vastausten joukosta nousee esille myös huomattavasti vähäisempi kokemus ja osaamistausta tietomallintamisesta.

”Ite ainakin aika noviisi näissä asioissa käytännön tasolla. Vähän Teklaa tuli koulussa räplättyä, 2D cadilla jotain piirretty ja googlen sketsupilla joitain taloja piirretty. Tuo yhdistelmämallin rakentaminen on kuitenkin vähän eri hommaa ja niihin käytettävät ohjelmat ei kovin tuttuja.”

Vastauksista voidaan todeta, että tietomalliosaaminen rinnastettiin vastauksissa hyvin pitkälti tekniseen osaamiseen. Vastauksista puuttuu suorastaan jopa kokonaan tietomallihankkeen johtamisen osaamiseen viittaavat kommentit, pois lukien yksittäisen henkilön suorittama koulutus ja yksittäiset viittaukset tietomallintamisesta osana prosessia. Toisaalta asenteet tietomallintamista kohtaan ovat odottavaiset, ns. maaperä osaamisen kehittämiseksi vaikuttaa potentiaaliselta.

”Tietomallikoordinaattorina toimiminen ei vielä tällä osaamisella ihan luonnistu (kiinnostaisi kuitenkin kovasti oppia lisää!).”

”Tietomallin hyödyntäminen ja nivoutuminen prosessiin, hahmottaminen käynnissä. Tarvitaan pilottikohteita ja yhteistyötä projektitiimien kesken, jotta päästään käsitykseen mallintamisen mahdollisuuksista koko prosessissa”

Yleisesti alueilla ei ole suunniteltu systemaattista koulutusohjelmaa tietomalliosaamisen kehittämiseksi tai järjestetty yhteisiä koulutustilaisuuksia, yksittäisiä työmaaorganisaatiota lukuun ottamatta. Alueilla ei ole tietomallikoordinaattorin tehtävien hoitamiseen tarvittavaa osaamista, joka toistui jokaisen alueen vastauksista. Toisaalta luottamus ulkopuoliseen tietomallikoordinaattorin ja konsultin osaamiseen koettiin hyvinkin vahvaksi, erityisesti osalla alueista. Lisäksi vastauksista nousi esille tarve paikalliselle tai organisaation sisäiselle tukihenkilölle, jonka puoleen voisi kääntyä oman tietomalliosaamisen ehtyessä.

”Alueella ei ole tietomallikoordinaattorina toimineita henkilöitä, menossa olevan hankkeen koordinointi ostettu ulkopuolelta. Tämän lisäksi tehty omat risteilytarkastelut Solibrilla. Ei järjestettyjä koulutuksia. Alueen henkilöstöllä on vaihteleva kokemus katseluohjelmien käytöstä sekä tietomallien hyödyntämisestä hankkeissa. Tietomallin käyttöönotto vaatii henkilöstön koulutusta & tukihenkilöä.”

”Tarvitaan mallidokumentit ja toimintatapamalli. Nyt johdetaan ulkopuolisen koordinaattorin johdolla YTV mukaan.”

Luottamuksesta huolimatta, ulkopuolisen koordinoinnin saralta nousi esille yksi rakennusliikkeen kilpailukyvyn näkökulmasta merkittävä havainto. Ulkopuolinen tietomallikoordinaattori ei tarkastele ratkaisujen järkevyyttä ja kustannustehokkuutta, pelkästään tietomallintamisen teknistä oikeellisuutta ja laadukkuutta. Tämä on hyvä tunnistaa lähdettäessä tietomallihankkeeseen, jossa koordinoinnista vastaa ulkopuolinen kumppani. Tietomallikoordinaattorille ei voi ulkoistaa tilaajan suorittamaa suunnittelunohjausta, minkä vuoksi oman organisaation tietomalliosaamisen tulee olla riittävällä tasolla suunnitelmien toteutettavuuden arvioinnissa, aivan kuten perinteisissä 2D-hankkeissakin. Tietomallikoordinaattori tarkastelee suunnitelmien teknistä virheettömyyttä ja ristiriidattomuutta, kun taas tietomallimanagerin ja hankkeen suunnittelun ohjauksesta vastaavan oman organisaation tulee tarkastella suunnitelmien rakennettavuutta sekä kustannustehokkuutta, unohtamatta käytettävyyttä. Rakennettavuuden tarkastelussa tulee ottaa huomioon myös teoreettisen tilanteen ja käytännön erot, kuten mm. Seppäsen havainnot kiinnikkeiden ja toleranssien vaikutuksesta tilavarauksiin.

Tuotannon puolelta tietomalliohjelmien teknistä osaamista ei kyselyn yhteydessä alueilla juurikaan kartoitettu, mutta yleinen käsitys alueilla oli, ettei laajempaa osaamista juurikaan ole. Tuotantoorganisaatiot ovat ns., itse opiskelleita hankkeiden myötä. Jollain alueella tuotannossa ei ole ollut tietomallia ollenkaan käytössä, eikä myöskään käyttöä ole koulutettu. Edes yrityksen lisensoituja ohjelmia ei ole otettu käyttöön.

Aikataulusuunnitteluun ja työmaasuunnitteluun tietomalleja ei ole hyödynnetty, käytössä olevien ohjelmistojen soveltuvuudesta ei ole ymmärrystä.

”Ollaan siis ihan lapsen kengissä vai sanoisko jopa, että ollaan mopolla moottoritiellä.”

3.10 Yhteenveto ja tulokset

Lähtötila-analyysin perusteella voidaan todeta, että alueorganisaatioiden osaamisen taso on aika tasalaatuista. Yksittäisten projektiorganisaatioiden osaaminen on huomattavasti yleistä osaamistasoa korkeampaa, johtuen tekemisen kautta oppimisesta. Toisaalta vastauksia laaja-alaisista analyoimalla voidaan todeta, että tietomallintamista on hyödynnetty yrityksessä paljon laajemmin kuin kysymyksen 1 vastaukset pelkästään kertovat. Tietomallintamista on hyödynnetty suhteellisen paljon irrallisena osana projekteissa, jonka avulla on saatu tuntumaa tietomallien tarjoamaan tietosisältöön sekä ohjelmistoihin, mutta tietomallihankkeen prosessinomaisuus ja hankkeiden johtamisen kokemukset ovat vielä vähäisiä.

Vastauksista on myös tulkittavissa, että vastaajien näkemysten mukaan kohdeorganisaatio on lähtötelineissä tietomallintamisen osalta suhteessa alan yleiseen osaamistason. Kyseinen väite on osaltaan paikkansa pitävä, toisaalta mielikuviin perustavaa harhaa, sillä osaamisen taso vaihtelee suuresti alan toimijoiden, sekä toimijoiden sisäisenkin osaamisen osalta. Yleisesti rakennuslalla tietomallien hyödyntäminen sekä hankkeiden johtaminen on vielä vahvasti kehitysasteella, joka nousee esille niin alan tutkimuksista, opinnäytetöistä kuin ajankohtaisseminaareista.

”Jotta malleja voitaisiin hyödyntää enemmän laskennassa (ja muualla) niin kohteiden suunnittelut pitäisi aloittaa huomattavasti aiemmin, jotta aikaa pidemmälle suunnitteluun ja mallintamiseen ennen kohteen rakentamisen aloitusta olisi. Tällöin mallista saataisiin hyödyt irti koko ketjussa mukaan lukien tuotanto. Tämän hetkisillä suunnitteluajakatauluilla mennään suunnitelmien kanssa kädestä suuhun. Tärkeintä saada suunnitelmia työmaalle -> kiireessä siirytään 2D-suunnitteluun -> tietomalli jää raakamalliksi. Tämä taas johtaa siihen ettei tietomallia käytetä. Ja kun sitä ei käytetä ei sitä koeta seuraavassakaan kohteessa tarpeelliseksi.”

Seppäsen näkemyksen mukaan Rakennusliike Laptin lähtötila-analyysin kuvaama taso vastaa hyvin tilannetta alan muihin toimijoihin verraten. Jokaisessa alan suuressa ja keskisuudessa yrityksessä on olemassa hyviä tiimejä, jotka ovat vieneet tietomallintamista pitkälle ja tekevät hienoja asioita tietomallien avulla, mutta yrityksenä oppiminen ei ole onnistunut ja toimintatapoja ei ole onnistuttu standardoimaan. Koko rakennusalan

yleisenä ongelma on, että yritykset eivät opi, vaan sen sijaan yksittäiset tiimit ja henkilöt oppivat. (Seppänen 2019)

Kyselyssä ei juurikaan otettu huomioon yrityksen käytössä olevien IT-laitteiden sekä ohjelmistojen soveltuvuutta tietomallihankkeen johtamiseen. Vastauksista kuitenkin nousi esille, että laitekanta ei ole joka ajan tasalla tai ymmärrys laitteiden vaatimustasosta ei ole oikea. Kyselyn ulkopuolisena havaintona nostettakoon esille, että yrityksen käytössä oleva ohjelmisto ei tue tietomallien täysimääräistä hyödyntämistä, sillä käytössä ei ole 4D tai 5D-hankkeiden läpivientiin tarvittavia ohjelmistotyökaluja, mutta kohdeorganisaation ICT-ratkaisujen arvioiminen rajautuu tämän opinnäytetyön ulkopuolelle. Tietomallien tietosisältöä on mahdollista keventää tuotantokäyttöä varten ja johdetuissa tietomallihankkeissa tuotantovaiheeseen siirtyessä tuleekin tarkastella mitä tietosisältöä työmaan toteutusmalli sisältää.

Analyysin mukaan organisaation asenteet sekä odotukset tietomalleja kohtaan ovat pääosin positiiviset, jota tukee positiiviset kokemukset tietomallien hyödyntämisestä. Toisaalta vastauksista voidaan tulkita osaamisen tason olevan osittain saavuttanut lakipisteen, josta ei omin avuin enää kertaluonteisia hankkeita toteuttamalla päästä korkeammalle tasolla. Tarvitaan vahvaa tukea ohjeiden, vaatimusten, sisäisten resurssien sekä koulutuksen muodossa. Itse oppimisen saralla huippu on osittain saavutettu, josta eteneminen ja kehittyminen vaatii yritystason ohjausta sekä panosta. Toisaalta organisaatiossa ei ole vielä juurikaan ehditty oppia vääriä toimintamalleja, jonka vuoksi tietomallintamisen kehittämiseen kannattaa panostaa pikaisesti ennen peruutuksen tarvetta.

4 LÄHITULEVAISUUDEN TAHTOTILAKYSELYN ANALYSOINTI

Nykytilaselvityksen tulokset luovutettiin kehitysryhmän ohjaamisesta vastaavalle, Rakennusliike Lapti Oy:n varatoimitusjohtajalle, sekä asumistuotteen kehittämisestä vastaavalle työryhmälle. Nykytilaselvityksen todettiin toimivan hyvänä lähtökohtana tietomallinnuksen kehittämisessä. Jotta yritys voi kehittyä, tulee ensin tunnistaa missä yritys on. Kehitysryhmän toivottiin määrittävän seuraavat toimenpiteet, jotta voitaisiin tunnistaa yrityksen tahtotila sekä määrittää sen saavuttamiseksi tarvittavat askelmerkit. Yritykseltä suoritetusta ohjaamisesta ei koettu mieleiseksi vielä tässä vaiheessa, sillä yrityksen johto toivoi kehitysryhmältä ehdotuksia, miten tietomallintamista tulisi hyödyntää yrityksen toiminnassa tulevaisuudessa.

Kehitysryhmä tunnisti nykytilan perusteella kaksi päätehtävää tietomallintamisen tulevaisuuden tahtotilan määrittämistä varten, jotka tulisi suorittaa ennen tulevaisuuden tavoitetilan määrittämistä. Ensimmäisenä hyvin konkreettisenä tehtävänä kehitysryhmä nosti esille nykytila-analyysin perusteella tietomallintamisen ohjeistusten sekä vaatimusten kehittämisen. Käytännössä tietomallikehitysryhmä kävisi läpi sekä kehittäisi organisaatiolle yhteiset tietomalliasiakirjat, joiden avulla tietomallihankkeiden johtajuus sekä käytettävien tietomallien laatu kehittyvät sekä yhtenäistyvät. Tietomalliasiakirjojen kehitystyötä ei käsitellä tässä opinnäytetyössä laajemmin. Kuitenkin tietomallihankkeen johtajuuteen sekä prosessiin liittyviä havaintoja käsitellään osana opinnäytetyötä.

Toiseksi kehitysryhmän tunnistamaksi tehtäväksi kohti yrityksen tahtotilan määrittämistä asetettiin organisaation tietomallintamisen lähitulevaisuuden tavoitteiden määrittäminen alueyksiköittäin. Kuten aikaisemmin on todettu, kohdeyrityksen toimintaan on olennaisena osan kuulunut vahva alueellinen identiteetti sekä paikalliset tavat tehdä. Kehitysryhmä halusi kartoittaa aluekohtaisesti tahtotilan seuraavalle 1–2 vuodelle, jotta voitaisiin tunnistaa mitkä ovat eri alueyksiköiden näkemykset sekä valmiudet tietomallipohjaiselle toimintatavalle. Toisaalta kehitysryhmä sekä yrityksen johto saisi samalla käsitystä, millä volyyymilla tietomallihankkeita on lyhyellä aikavälillä käynnissä, mihin tietomalleja hyödynnetään, mitä osaamis-, koulutus- ja laitetarpeita yrityksessä on sekä monia muita yksittäiskohtaisia havaintoja.

4.1 Tietomallinnettavat hankkeet vuosilla 2020–2021

Ensimmäisenä asiana tahtotilan määrittämisessä selvitetiin nyt jo tiedossa olevat tietomallihankkeet, joiden osalta kerättiin tietoa seuraavin määrittäminen:

1. Hankkeen nimi ja sijainti
2. Hankemuoto
3. Hankkeen kuvaus
4. Hankkeen laajuus
5. Aikataulu (suunnittelun aloitus, rakentamisen aloitus)
6. Tietomallintamisen perustaso hankkeessa

Vastausten perusteella yhdistetty hankelistaus on esitetty alla. Hankelistauksesta on yrityssalaisuuden vuoksi piilotettu hankkeiden osoitteet, nimet, laajuudet sekä henkilöresurssit.

Taulukko 3. Nimetyt Tietomallihankkeet 2020–2021.

Hankkeen nimi ja sijainti	Hankemuoto	Hankkeen kuvaus	Laajuus [kem2]	Aikataulu	Tietomallintamisen perustaso hankkeessa.	Tietom.manageri + Koordinaattori
Hanke 1 (alue 1)	1	Hankkeen 1 kuvaus	laajuus 1	S: aloitus syksy 2019 R: aloitus syksy 2020.	YTV 2012 taso 2 (osioissa 3-5 kuvatus mukaisesti) ja Alueen suunnittelualakohtaisen tietomalliohjeen mukaan	M= henkilö 1, K=Arkkitehti
Hanke 2 (alue 1)	1	Hankkeen 2 kuvaus	laajuus 2	S: aloitus kevät 2020, R: aloitus kevät 2021	YTV 2012 taso 2 (osioissa 3-5 kuvatus mukaisesti) ja alueen suunnittelualakohtaisen tietomalliohjeen mukaan	M= henkilö 1, K= Arkkitehti
Hanke 3 - 4 (alue 2)	2	Hankkeen 3-4 kuvaus	laajuus 3-4	S: tehty 2019 aikana R: Aloitus kevät 2020	Alueen suunnittelualakohtaisen tietomalliohjeen mukaan	M= Henkilö 2, K= Koordinaattori 1
Hanke 5 (alue 3)	3	Hankkeen 5 kuvaus	laajuus 5	S: Aloitus 2020	Käydään tietomallinnetut hanke prosessi läpi suunnittelusta tuotantoon.	katsotaan myöhemmin + koordinaattori
Hanke 6 (alue 4)	4	Hankkeen 6 kuvaus	laajuus 6	S: Tehty 2019 R: Odottaa tilassa	YTV 2012, taso 2-3 ja alueen suunnittelualakohtaisen tietomalliohjeen mukaan	M= henkilö 3 K= Koordinaattori 1
Hanke 7-8 (alue 4)	4	Hankkeen 7-8 kuvaus	laajuus 7-8	S: Aloitus syksy 2019 R: Aloitus kesä 2020	YTV 2012, taso 2-3 ja alueen suunnittelualakohtaisen tietomalliohjeen mukaan	M= henkilö 3 K= Koordinaattori 1
Hanke 9 (alue 4)	4	Hankkeen 9 kuvaus	laajuus 9	S: Tehty	Ei varsinaisen tietomallihanke, hyödynnetty ARK, RAK & LVIA mallia hyödyksi	Ei nimettyjä, ARK toiminut yhdistelmämallin tarkastelijana
Hanke 10 (alue 2)	2	Hankkeen 10 kuvaus	laajuus 10	R: Aloitus Syksy 2019	TATE + RAK mallintanut, ei varsinaista ohjeistusta	K= Koordinaattori 1
Hanke 11 (alue 5)	5	Hankkeen 11 kuvaus	laajuus 11	R: Aloitus kevät 2019	YTV 2012, Alueen ohjeiden mukaisesti.	K= Koordinaattori 2
Hanke 12 (alue 5)	5	Hankkeen 12 kuvaus	laajuus 12	R: Aloitus kevät 2020	YTV 2012, Alueen ohjeiden mukaisesti.	K= Koordinaattori 2
Hanke 13 (alue 3)	3	Hankkeen 13 kuvaus	laajuus 13	S: Aloitus talvi 2020		katsotaan myöhemmin + koordinaattori
Hanke 14 (alue 3)	3	Hankkeen 14 kuvaus	laajuus 14	S: Aloitus 2020?		katsotaan myöhemmin + koordinaattori
Hanke 15 (alue 4)	4	Hankkeen 15 kuvaus	laajuus 15	S: Kilpailuvaihe tehty Syksy 2019	Määritetään tarkemmin kilpailuvaiheen jälkeen	

Kuten taulukosta 3 ilmenee, jokaisella kohdeorganisaation viidellä alueella tullaan toteuttamaan vähintään kaksi tietomallihanketta seuraavan 1–2 vuoden tarkastusjaksolla. Tietomallinnettavat hankkeet ovat pääosin omaperusteisia asuinrakennushankkeita tai omaperusteisia toimitilahankkeita, tai näiden yhdistelmiä. Joukossa on listattuna kaksi urakkakohdetta, joista ensimmäinen on rakenteilla, kun taas toisen osalta ollaan vielä KVR–urakkakilpailuvaiheessa. Yhteenlaskettu hankkeiden laajuus on noin 66 000kem², kun tarjouspyyntövaiheessa olevaa kohdetta ei lasketa mukaan, hankkeiden laajuus noin 59 000kem² ja hankkeiden keskikoko noin 4 200kem². Hankkeiden keskikokoa nostaa toimitilahankkeiden sekä hybridihankkeiden yksikkökoko, pelkästään asumisen hankkeiden keskikoon ollessa noin 3 000kem².

Todettakoon, että hankekoon kasvaessa tietomallintamisen lisäkustannukset suhteessa kerrosneliömäärään pienenee huomattavasti. Tähän vaikuttaa mm. laitteiden ja ohjelmistojen kustannukset, tietomallihankkeen johtamisen kustannukset, sekä taas toisaalta suunnittelusopimusten kustannukset. Edellä mainitut kustannukset laskevat osaltaan myös perinteisessä 2D–hankkeessa, mutta niiden vaikutus korostuu erityisesti tietomallihankkeissa, kun taas toisaalta tietomallintamisen hyödyt kasvavat hankekoon kasvaessa. Koko alaa hyödyttävä jatkotutkimuskohde voisi olla tietomallintamisen kustannusten sekä tietomallintamisen kustannushyötyjen leikkauspisteen määrittäminen, sillä tällä hetkellä alalla ei ole olemassa tutkimukseen perustavaa näkemystä asiasta.

Hankelistauksesta puuttuu kohdeorganisaation käynnissä oleva hankekooltaan ylivoimaisesti suurin kohde, joka on allianssiurakkana suoritettava vaativa sairaalahanke. Kyseinen hanke johdetaan myös tietomallihankkeena, mutta jätettiin listauksen ulkopuolelle muusta tuotannosta erityisen paljon poikkeavana hankkeena. Tietomalleista on ollut kyseisellä työmaalla vastausten perusteella suuri hyöty. Edellä mainitun mukaisesti, työmaa palkittiin Rakennuslehden vuoden työmaana 2019.

Hankelistauksen kohteista marginaalinen osa on urakkakilpailun kautta toteutettavaksi siirtyneitä, kun taas kohdeorganisaation oman hankekehityksen kautta syntyneitä hankkeita on suurin osa. Tämä vahvistaa kirjallisuustutkimuksen havaintoja, joiden mukaisesti rakennusliikkeiden omaperustaisessa tuotannossa mallintaminen on huomattavasti yleisempää kuin urakointipuolella. Urakkakilpailukohteissa toteuttava organisaatio ei suuressa osassa urakkamuotoja pysty vaikuttamaan tietomallien sisältöön, mikä tuottaa haastetta tietomallien hyödyntämisellä. Lisäksi tietomallien juridinen asema hankkeissa on kirjallisuustutkimuksessakin esille nostettujen havaintojen mukaisesti haastava. Suunnittelua sisältävissä urakkamuodoissa tilanne on toisen kaltainen, sillä urakoitsija

vastaa suunnittelun johtamisesta ja pystyy määrittämään yksin tai yhdessä tilaajan kanssa tietomallintamisen ohjeet sekä vaatimukset. Todettakoon kuitenkin, että vuoden 2022 päätteeksi tarkasteltaessa tullaan mitä todennäköisemmin huomaamaan, että hankelistaukseen on ilmestynyt useampi tietomallihankkeena toteutettu urakkakohde, jotka tulevat kohde organisaation tuotantolistalle tämän kehittämistehtävän tarkastelujakson jälkeen (tulevat urakkakilpailukohteet).

Hankelistauksen perusteella tietomallintamista ei hyödynnetä toistaiseksi kohdeorganisaatiolle tavanomaisissa palvelutilojen hankkeissa, kuten päiväkotihankkeissa ja palvelutalohankkeissa. Näiden hankkeiden hankekoko on keskimääräisesti huomattavasti pienempi, hankkeiden kerroslukumäärä sekä tekniset ratkaisut jonkun verran yksinkertaisemmat. Toisaalta taas näissä hankkeissa kohdeorganisaation vahva kokemus, osaaminen sekä vakiintuneet kumppanuudet suunnittelussa johtavat kustannustehokkaiseen ja hyvin suoraviivaiseen toimintatapaan, minkä takia tietomallintamisella ei välttämättä ole saavutettavia vastaavia hyötyjä kuin kertaluontoisemmassa asuinrakennushankkeessa. Toisaalta taas ratkaisujen toistettavuus, modulaarisuus sekä esivalmisteluiden hyödyntäminen tuotannossa tukevat tietomallintamisen mahdollisuuksia näissä hankkeissa. Tietomallintamisen soveltuvuutta näihin hankkeeseen ei selvitetä tämän kehittämistehtävän puitteissa, mutta nostetaan esille organisaatiolle mahdollisena jatkotutkimuskohteena. Tietomallien mahdollisuuksia edellä mainituissa hankkeissa on pohdittu lisää luvussa 6.

4.2 Tietomallintamisen hyödyt ja hyödyntäminen hankkeen eri vaiheissa

Toinen lähitulevaisuuden tavoitteita kartoittava kysymys liittyy tietomallien hyödyntämiseen rakennushankkeen eri vaiheissa. Kysymykset on rajattu tekniseen rakennusprosessiin, joten rakennushankkeen vaiheista myyntiä & markkinointia ei käsitelty. Lisäksi rakennusten käyttö ja ylläpito rajautuvat kehitysryhmän sekä tämän opinnäytetyön ulkopuolelle. Tietomallien hyödyntämistä talonrakennushankkeen eri vaiheissa on käsitelty kirjallisuustutkimuksen luvussa 2.

4.2.1 Hankekehitys

Oman hankekehityksen rooli kohdeorganisaatiossa on merkittävä, voidaan jopa sanoa hankekehityksen onnistumisen olevan kohdeorganisaation elinehto. Kuten hankelistauksestaakin ilmenee, suurin osa yrityksen hankkeista eli työkannasta on oman hankekehityksen kautta syntyvää tuotantoa. Hankekehityksessä onnistuminen sekä osaamisen kehittäminen ovat avainasemassa yrityksen tulevaisuutta määritettäessä.

Tahtotilakyselyssä haluttiin selvittää millä tavalla hankekehityksessä on mahdollisesti hyödynnetty tietomalleja, miten hankekehittäjät kokevat tietomallien mukanaan tuomat mahdollisuudet sekä samalla kartoittaa osaamista ja asenteita tietomallien hyödyntämiseksi. Vastauksista ilmenee, että tietomalleja ei olisi juurikaan käytetty vielä hankekehitysvaiheessa, hankekehittäjän varsinaisina työkaluina. Vastauksia tulkittaessa tulee kuitenkin huomioida, että tietomallit on kyselyssä todennäköisesti ymmärretty pelkästään 3D-suunnittelutyökaluna. Hankeaihioiden suunnittelua tutkittaessa tulee suunnittelunohjauksen resurssit mukaan hyvin aikaisessa vaiheessa prosessiin, jolloin käytännön suunnittelun ohjaus ei välttämättä ole hankekehittäjän vastuualueella. Esimerkiksi suunnittele ja toteuta kilpailuissa vastuu käytännön tasolla suunnitteluratkaisun jalostamisesta usein siirtyy hankekehitykseltä suunnittelunohjaukselle.

Hankekehityksen osalta tunnistettiin tietomallien mahdollisuudet tontinkäytön 3D-suunnittelussa. Rakennusmassojen sekä tontin rakennettavuustarkastelut yhdessä visuaalisten tarkastelujen kanssa. Visusaalisen tarkastelun lisäksi toisena merkittävänä potentiaalina nähtiin vaihtoehtoisten ratkaisujen tehokkuus sekä kustannustarkastelut. Hyvinkin karkean arkkitehtimallin, käytännössä tilamallin tai rakennusosamallin perusteella voidaan suorittaa hyvinkin pitkälle menevää tunnuslukulaskentaa, kuten rakennusten ja tilojen alojen laskentaa, julkisivun määrälaskentaa yms. Tunnuslukulaskenta toimii apuna suunnitteluratkaisujen vertailussa, jonka avulla esimerkiksi hankeaihiota tutkittaessa saadaan ns. sormituntumaa parempaa käsitystä ratkaisun kilpailukyvystä ja toteutettavuudesta. Kirjallisuustutkimuksessa esitetyt Alzharin tutkimustulokset tukevat kohdeorganisaation tunnistamia näkemyksiä tietomallintamisen hyödyntämisestä hankekehitysvaiheessa.

Seppänen pitää vielä toistaiseksi 3D tietomallintamista hankekehitysvaiheen kustannuslaskentaa varten kankeana vaihtoehtona, sillä mallintaminen vie paljon aikaa ja suunnitelmat tulevat vielä todennäköisesti kaikki muuttumaan ja tietomalli rakentamaan siten

uudelleen, miksi tietomallintamisen vahvuudet eivät juurikaan nouse esille verrattuna tiedon mallintamiseen. Esimerkiksi Haahtela-yhtiö kehittää TAKU-työkaluaan, jossa kustannuslaskenta on edelleen tilapohjainen, mutta tilassa tapahtuvalla toiminnalla mallinnettu. Tilaohjelman sijasta laskennassa hyödynnetään tilaa ja tietosisältöä, miten tilaa tullaan käyttämään. Edellä olevan tiedon mukaan ohjelma laskee tarkemman kustannusarvion tilalle. Ohjelmaan pystyy syöttämään valtavan määrän erilaista lähtötietoa, pohjaolosuhteista ja perustamisesta lähtien. Tuloksia käytetään suunnittelunohjauksen työkaluna ja tuloksia verrataan jatkuvasti arkkitehdiltä ja muilta suunnittelijoilta saatuihin tietomalleihin suunnittelun edetessä. Hankekehitysvaiheen alkuvaiheessa suoritettu 3D-tietomallipohjainen kustannusarviointi ei ole yleisesti onnistunut vielä kovin hyvin, sillä järkevästi kaikkea ei voi laskea ennen kuin tietomalli on valmis, minkä vuoksi sitä voidaan verrata perinteisen tunnuslukulaskennan tarkkuuteen (Seppänen 2019)

Hankekehityksen osalta tulisi organisaation tunnistaa tietomallien ja 3D-mallintamisen erot. Kaupunkimallien hyödyntäminen tulee jatkossa yleistymään, mikä avaa uusia mahdollisuuksia hankekehityksen toiminnan kehittämiseen. Myös kehittyvät työkalut tulevat avaamaan uusia mahdollisuuksia hanketalouden vertailuihin.

4.2.2 Suunnittelu

Tietomallintamisesta puhuttaessa yleinen mielikuva vaikuttaisi aina kohdistuvan suunnitteluun ja suunnittelutyökaluihin, mikä on ymmärrettävää, sillä onhan rakentamisessa hyödynnettävät tietomallit itsessään suunnitteluprosessin tuote. Tätä tuotetta ja sen sisältämää tietoa muut rakennushankkeen osapuolet hyödyntävät. Tietomallihankkeen onnistuminen ja tietomallien hyödynnettävyys ovat suoraan suhteessa tietomallien laadukkuuteen, johon taas osaltaan vaikuttaa suunnittelijan pätevyys, käytettävissä olevat ohjelmistot ja laitteet sekä tietomallihankkeen johtaminen. Päteväkään suunnittelija ei onnistu tietomallintamaan tilaajan tahtotilan mukaan, mikäli tilaajan suunnittelunohjaus ei osaa ohjeistaa ja määrittää vaatimuksia tietomallien sisällölle sekä käytölle. Jopa suunnitelmien risteilytarkastelujen tekeminen on haastavaa, mikäli tilaajan suorittama ohjaus ei onnistu.

Suunnittelun osalta kysely jaettiin seuraavasti:

1. Ehdotus ja luonnossuunnittelu
2. Yleissuunnittelu
3. Toteutussuunnittelu

Kysymystä laajennettiin sisällyttämällä laskentatoimen liittyminen edellä oleviin vaiheisiin.

Ehdotus- luonnossuunnittelussa suurimmat hyödyt koettiin saavutettavan arkkitehdin tiimiläisistä, tontinkäytön suunnittelusta & massoittelusta, suunnitelmien visualisoinnista sekä suunnitteluratkaisujen vertailusta. Luonnossuunnitteluvaiheessa tulee jo huomioida alustavat TATE-järjestelmämallit sekä tilatarpeet, jotka voidaan tässä vaiheessa osoittaa varauksina arkkitehtimallisissa. Hyvinkin vähällä työmäärällä toteutetut ns. massamallit ja niiden hyödyntäminen ehdotussuunnitteluvaiheessa ratkaisuvaihtoehtojen tehokkuuden sekä rakennettavuuden vertailuun voivat edesauttaa saavuttamaan taloudellisesti merkittävää hyötyä sekä helpottaa ratkaisuvaihtoehtojen välistä päätöksentekomenettelyä.

Yleissuunnitteluvaihe tähtää rakennuslupavalmiuden saavuttamiseen. Yleissuunnitteluvaiheen tärkeimpänä lopputuotteena on virheettömät rakennuslupasuunnitelmat. Perinteisestä 2D projektista poiketen, erikoisuunnitelmien valmiusaste vaatimus tietomallihankkeissa on huomattavasti paljon aikaisemmin. Perinteisessä 2D suunnittelussa rakennuslupakuvat tehdään pitkälti arkkitehtisuunnitelmina, joihin erikoissuunnittelijat ovat toimittaneet tilavarauskommentit sekä tiedot mm. rakennetyypeistä, kantavista rakenteista ja tärkeimmistä taloteknisistä järjestelmistä. Tietomallihankkeessa rakennus on käytännössä mallinnettu rakennuslupavaiheessa peruserroksen osalta kokonaisuudessaan (asuinkerrostalohanke). Kirjallisuustutkimuksessa on nostettu esille muuttuva viranomaistyö, jonka mukaan esimerkiksi Vantaa vaatii arkkitehdin tietomallin osana rakennuslupaprosessia. Kaupunkien mahdolliset vaatimukset tulee ottaa riittävän ajoissa ja ennakoiden huomioon, jotta tarvittavat tiedot ovat käytettävissä rakennuslupamenettelyyn siirryttäessä. Toki rakennusvalvontojen tulisi tiedottaa osapuolia hyvissä ajoin etukäteen uusien käytäntöjen käyttöönottamisesta, mutta käytännössä näin ei aina tapahdu.

Yleissuunnitteluvaiheen jälkeen perinteisesti omaperusteisessa asuntotuotannossa käynnistetään kohteen ennakkomarkkinointivaihe, jonka materiaalien tuottamiseen tietomallintaminen tarjoaa kirjallisuustutkimuksen mukaisesti uusia mahdollisuuksia

perinteisten renderöityjen havainnekuvien tarkkuuden ja nopeuden osalta, sekä myös mahdollistaa Virtual Reality (VR) ratkaisujen hyödyntämisen markkinointimateriaalina.

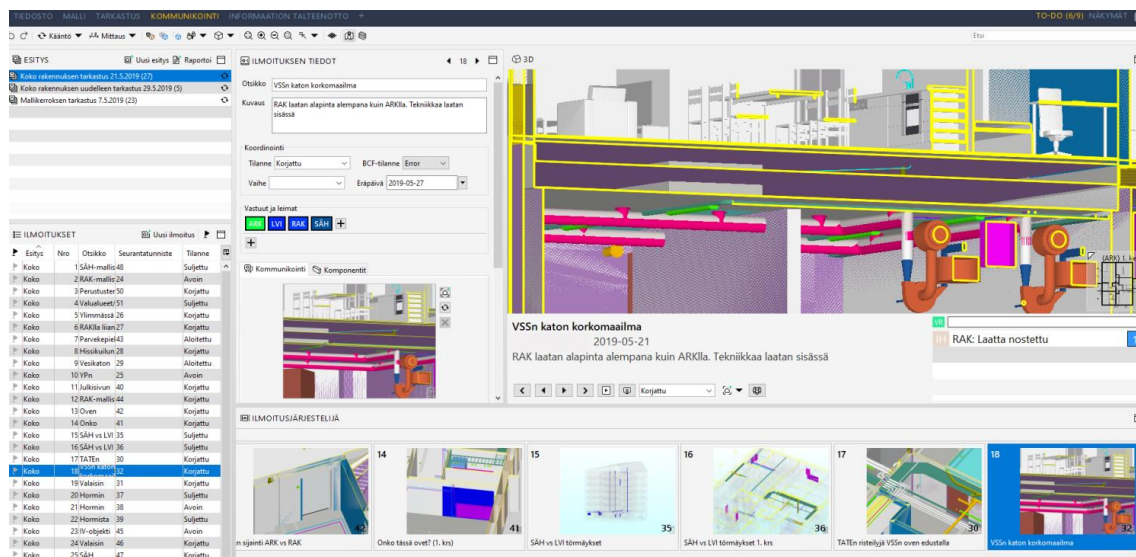
Tavoitteiden mukaisesti johdetut yleissuunnitteluvaiheessa tavoiteltavat hyödyt seuraavan kahden vuoden ajanjaksolle ovat:

- Lupamateriaalien tuottaminen
- Mallitilojen ja mallikerrosten tarkastaminen ja hyväksyntä
- ARK & RAK- mallien yhteensopivuuden varmistaminen
- TATE-järjestelmien tilatarpeiden määrittäminen, reititykset ja yhteensovittamisen varmistaminen
- Risteilytarkastelut kaikkien suunnittelualojen yhdistelmämalleille
- Suunnitelmien laadun varmistaminen
- Talotekniikan pistesijoitusten määrittäminen mallitilojen avulla
- Määrä ja kustannuslaskenta yleissuunnitelmavaiheessa

Toteutussuunnitteluvaiheen tehtävänä on palvella kohteen varsinaista rakentamista. Toki vasta toteutussuunnitteluvaiheessa perinteisessä suunnitteluprosessissa ratkaistaan käytännössä suurin osa esimerkiksi talotekniikan reiteistä ja asennustavoista sekä järjestyksistä. Tietomallihankkeessa talotekniikkasuunnittelu aikaistuu verraten perinteiseen 2D-suunnitteluun, jonka seurauksena suuri osa ns. työpiirustussarjojen mahdollisista ongelmista on jo ratkaistu yleissuunnitteluvaiheessa mallikerrosten ja tilojen avulla. Toteutussuunnitteluvaiheen tavoitteiksi seuraavan kahden vuoden ajanjaksolle tunnistettiin:

- Työpiirustussarjojen virheettömyys ja laadukkuus
- Määrälaskennan laadukkuus
 - Laskentaan määrät suoraan tietomallista ilman ulkopuolista määrälaskentaa
- Suunnitelmien ristiriidattomuus ja rakennettavuus
- Elementtisuunnittelu tietomallista
 - TATE-reikävaraukset tietomallista
 - Tietomallien toimittaminen elementtitehtaalle tuotantoa varten
- Toteutusaikataulujen mallintamisen mahdollistaminen
- Hankintojen mahdollistaminen tietomallien avulla

Toteutussuunnitteluvaiheen tärkeimpänä tavoitteena rakennusvaiheen suunnittelusta riippumaton häiriöttömyys sekä rakentamisvaiheen tavoitteiden mahdollistaminen.



Kuva 9. Kuvakaappaus pilottihankkeen yhdistelmämallin tarkastusraportista.

4.2.3 Tuotanto

Oikein ja laadukkaasti toteutettu ja johdettu tietomalli tulee helpottamaan sekä nopeuttamaan tuotannosuunnittelua. Suunnitteluvirheiden aiheuttamat häiriöt tulevat vähenevään huomattavasti, työvaihesuunnitelmien teko helpottumaan ja visualisoitumaan. Visuaalinen havainnointi yhdistettynä tietomalliin kytkettyyn aikataulusuunniteluun auttaa tuotantoa hahmottamaan rakentamisen edistymistä verrattuna suunniteltuun. Asennustapojen järjestyksen määrittäminen helpottuu, kartta-aineistoon tai asemapiirustukseen yhdistetyn tietomallin avulla työmaasuunnitelmat saadaan tehtyä visuaalisesti, nopeasti ja tarvittaessa niiden muuttaminen on nopeaa. Logistiikan suunnittelu ja työmaan turvallisuus lisääntyy.

Kuten kohdeorganisaation lähtötila-analysistakin on tunnistettavissa, tietomallien hyödyntäminen jalkautuu rakennusalan yrityksissä työmaakäyttöön myöhemmin kuin rakennusvaihetta edeltävään suunnitteluvaiheeseen, mikä on Suomessa alan yleinen tapa. Jotta rakennukset voidaan rakentaa tietomallien mukaan, tulee ne ensin suunnitella tietomallintamalla. Suunnitteluvaiheessa voidaan ottaa harjoitteluun sisältyviä riskejä ja opetella uusia toimintamalleja huomattavasti paljon helpommin kuin työmaavaiheessa,

jonka yksittäiset tehtävät kulkevat työmaan viikko, jopa päiväaikataulua noudattaen. Pilotihankkeita toteutettaessa tietomallien johtaminen ja hyödyntäminen työmaavaiheessa tuntuu olevan yksi vaikeimmin etukäteen määritettävistä asioista, joka johtuu osittain kokemusten ja osaamisenkin puutteista. Tietomallien suunnittelua on ehditty pilotoimaan, harjoittelemaan ja kokemuksia kartoittamaan, kun taas tietomallien käytöstä työmailla on vähän kokemusta.

Kohdeorganisaation tuotanto näkee lähitulevaisuudessa tietomallien palvelevan tuotannon järjestämistä rakennettavuuden tarkastelun, töiden yhteensovittamisen ja työsuunnittelun osalta. Törmäystarkastelut sekä suunnitelmien havainnollistaminen ovat konkreettisia työkaluja edellä mainittujen toimintojen osalta. Tablettilaitteiden avulla tietomallit saadaan jalkautettua työvaiheen mukaan aina montun pohjalta harjapeltien asentamiseen ja kaikkeen näiden välille. Tietomallit saadaan työmaalle asennuskohteeseen, voidaan hyödyntää jopa lisättyä todellisuutta asennusten katselmointia varten.

Työmaasuunnittelun osalta aluesuunnitelma voidaan tehdä työvaiheen mukaisesti tietomallia hyödyntämällä, perinteisen asemapiirustus pohjaan tai vastaavaan verraten. Asemapiirustus tai muu kartta-aineisto voidaan yhdistää tietomalliin, ja muuttaa aluesuunnitelmaa vastaamaan työvaihetta. Työmaasuunnitelman tekemiseen on olemassa ohjelmistoja, kuten Trimblen SketchUp.



Kuva 10. Työmaan tietomallipohjainen aluesuunnitelma. Tietomallia täydennetty työmaakomponenteilla.

Työmaan aluesuunnitelma voi siis elää hankkeen mukana, kun tietomallista mallinetaan toteumaa aluesuunnitelman lähtötiedoksi. Tämä jo itsessään palvelee työmaan turvallisuussuunnittelua. Turvallisuutta voidaan parantaa myös esimerkiksi mallintamalla putoamissuunnitelmat, tarvittaessa jopa nostot sekä erityisesti työjärjestykset. Kaikki tämä data voidaan hyödyntää myös työntekijöiden perehdyttämisessä, jonka ansiosta perehdytysten tarkkuustaso nousee aivan uudelle tasolle. Kuva 11 on esimerkki tietomallipohjaisesta 3D-aluesuunnitelmasta. (VTT 2009)

Aikataulusuunnittelun mahdollisuudet ovat tuotannon näkökulmasta yksi tärkeimmistä tavoiteltavista hyödyistä. Määrien ottaminen lohkoittain, kerroksittain ja toteuman vertaaminen suhteessa suunniteltuun ovat ensimmäisiä tavoitteita. Töiden suunnittelu ja asennusjärjestykset palvelevat myös aikataulusuunnittelua. Aikataulun toteumatiedon visualisointi on mahdollista tietomallia hyödyntäen, kuva 12 havainnollistaa toteumatiedon mallintamista (Tauriainen 2016).

Aikataulun toteumatieto

16.11.2015

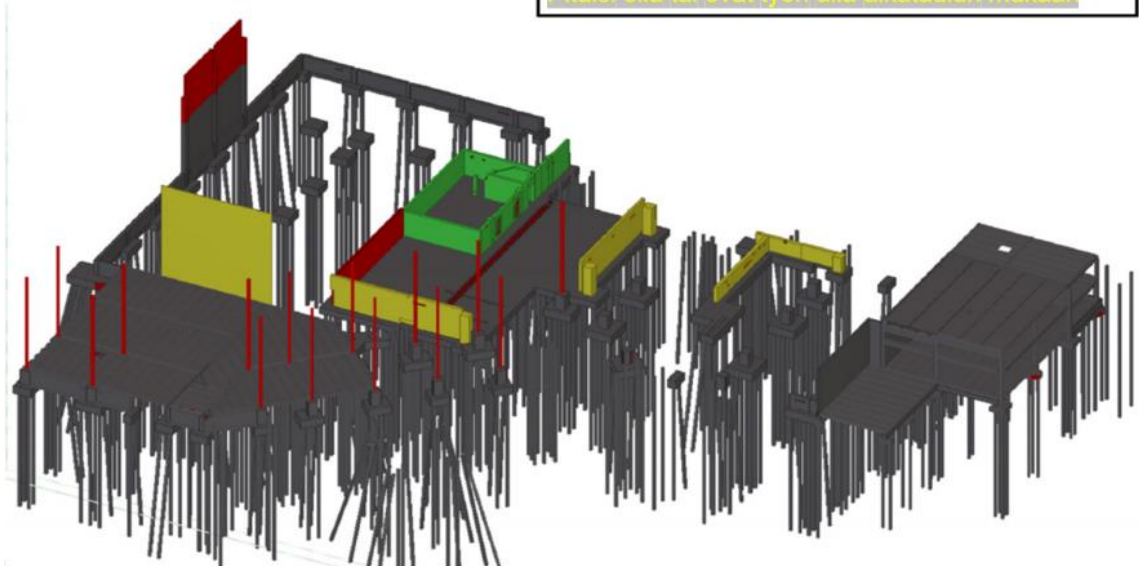
Väriselitteet:

Valmistuneet/olemassa olevat rakenteet

Valmis edellä aikataulua

Jäljessä aikataulusta

Pitäisi olla tai ovat työn alla aikataulun mukaan



Kuva 11. Tietomallipohjainen aikataulusuunnittelu, kuvakaappaus.

4.3 Tietomallintamisen resurssit sekä koulutussuunnitelma

Tietomallintamisen resursseja kysyttiin lähinnä henkilökunnan osaamispääoman yksilöimisen tarpeeseen. Ohjelmistojen sekä laitteiden osalta vastauksissa on viitattu kohdeorganisaation tietohallintoon. Yleisesti voidaan todeta, että kohdeorganisaation tietomallintamisen kehittämiseen tulee kiinteästi kytkeä tietohallinto ohjelmistojen sekä laitekannan suunnittelun ja ylläpidon osalta. Tietomallien hyötyjen saavuttaminen tulee vaativaan yritykseltä panostusta sekä käytössä oleviin ohjelmistoihin että kokonaan uusien ohjelmistojen hankintaan. Laitekannan näkökulmasta yrityksen tulee määrittää vähimmäisvaatimukset eri rooleille tarvittaviin laitteisiin, ottaen huomioon tietomalliohjelmistojen vaatimuksen. Kenttälaitteiston määrittäminen ja hallinta tulee myös suunnitella omana tärkeänä osana tietomallintamisen käyttöönottoa työmaavaiheessa.

Henkilöresurssien osalta osa saaduista vastauksista on hyvinkin yksityiskohtaisesti yksilöity toimihenkilötasolle asti, toiset vastaukset taas yleistetty koskemaan alueorganisaation yleiskuvaa. Tämän opinnäytetyön osalta käsitellään yleiskuvaa organisaatiotasolla. Organisaation eri alueilla sekä myös alueorganisaatioiden sisällä osaamisen taso vaihtelee ohjelmistojen sekä tietomallien hyödyntämisen saralla. Tietomallien käyttöönottamisen todetaan vaativan henkilökunnan osaamisen nostamista kouluttamalla. Lisäksi koetaan akuuttia tarvetta tukihenkilön nimeämiseksi, jonka tehtävänä olisi palvella tietomallintamisen osaamispuutteiden paikkaamisessa sekä osaamisen tason nostamisessa.

Koulutussuunnitelma

Tietomallintamisen koulutussuunnitelmaa kysyttäessä, vastauksissa viitataan yrityksen tahtotilaan sekä yritystason päätöksiin tietomallintamisen tulevaisuudesta kohdeorganisaatiossa. Toisin sanottuna, vastausten perusteella alueorganisaatiot odottavat ja toivovat yrityksen päätöstä tietomallintamisen käyttöönottamisesta sekä hyödyntämisestä kohdeorganisaatiossa, jotta henkilökunnan osaamispääoman suunnittelu saa lähtötiedon.

Yksilöidyt koulutussuunnitelmat liittyvät yrityksen käytössä olevan ohjelmiston osaamisen lisäämiseen. Ohjelmien syvempää osaamista tarvitaan suunnittelunohjauksessa, jotta yhdistelmämallien tarkastamisessa pystytään hyödyntämään oman organisaation

resursseja. Tällä hetkellä tietomallikoordinointi hankintaan kokonaan ostopalveluna, mutta panostamalla osaamispääoman kehittämiseen voidaan tulevaisuudessa tietomallikoordinaattorin tehtäviä ottaa oman organisaation vastuulle. Tällä hetkellä osaamis- ja koulutustarve keskittyvät suunnitelmien omatarkastukseen sekä koordinaattorien työn ymmärtämiseen, laadunvarmistamiseen ja koordinoinnin tukemiseen suunnittelunohjauksen näkökulmasta. Ulkopuolinen koordinaattori ei välttämättä osaa ottaa kantaa tietomallien rakennettavuuteen itseensä, sillä koordinaattorin rooli on enemmän suunnitelmien teknisen laadun tarkastelua. Suunnittelun ohjauksen näkökulmasta osaamista tul- laan nostamaan yrityksen alueilla kouluttamalla omaa henkilökuntaa, alueen tarpeen mukaisesti.

Tuotannon osalta osaamistarve syntyy tietomallihankkeiden mukana. Osaamispääoman tason nostamista etukäteen koko tuotanto-organisaatiota velvoittavilla yleiskoulutuksilla ei koeta tarpeelliseksi. Osaamistarve syntyy kiinnitettäessä tuotannon henkilöresurs- suja taulukossa 3 nimettyihin hankkeisiin. Koulutussuunnitelmat syntyvätkin siis pikem- min projektiorganisaatiolähtöisesti kuin alueorganisaatiolähtöisesti, johon vaikuttaa osal- taan projektiorganisaation osaamisen lähtötaso. Voi siis olla, että osalla projektiorgani- saatioista tietomalliosaamista ei ole nimeksikään, kun taas toisella projektiorganisaatiolla voi olla parhaimmillaan useita jo toteutuneita tietomallihankkeita takana. Ohjelmistokou- lutukset antavat tukevan pohjan tietomallien hyödyntämiseen työmaavaiheessa, mutta koulutuksen mielekkyyden näkökulmasta koulutus tulee ajoittaa tarveperusteisesti.

Laskentatoimen osalta osaaminen on yleisesti vahvemmalla pohjalla, minkä vuoksi las- kentatoimen osalta koulutukset nähdään tässä vaiheessa tarpeelliseksi vain tapauskoh- taisesti. Laskentatoimen henkilöstöllä on olemassa riittävä ammattitaito määrien ulosot- tamiseksi tietomalleista nykyisen käyttötarpeen vaatimalla tasolla. Koulutustarpeet täy- tyy arvioida uudelleen, mikäli yritys päättää tietomallipohjaisen toimintatavan kehittämi- sestä. Hankintaorganisaation osaamisessa on taas kehittämistarpeita, mutta hankinnan koulutustarpeiden arvioiminen on jäänyt sivuosaan vastauksissa. Joka tapauksessa hankintaorganisaation tietomalliosaamiseen tulee panostaa lähitulevaisuudessa koulut- tamalla hankkijoita tietomallien hyödyntämisen osalta.

"Ehdotus: Järjestetään Laptilla alueille yhteinen Solibrin käyttökoulutus niille joille koulutus on ajankohtainen

Ehdotus: Kartoitetaan onko Laptilla henkilöä, joka voisi toimia Solibri tukihenkilöä, alueelliset tukihenkilöt?"

4.4 Konkreettiset tietomallitavoitteet seuraavan kahden vuoden ajanjaksolle

Kehitysryhmä näki tarpeelliseksi vielä erikseen kysyä alueyksiköiltä konkreettisia tietomallitavoitteita. Vastauksissa korostuu konkreettisten mitattavien tavoitteiden sijasta laadullisia tavoitteita, joita tietomallihankkeilla tavoitellaan. Suunnitteluvirheiden lukumäärän, mahdollisten euro- ja aikamäärä tavoitteiden sijasta tavoitteiksi on asetettu sanallisia kuvauksia, joita lähdetään tavoittelemaan lähitulevaisuudessa käynnistyvissä tietomallihankkeissa. Tavoitteiden jako ja lukumäärä selviää taulukosta 4, tavoitteiden konkreettista sisältöä ei julkaista yrityksen ulkopuolelle.

Taulukko 4. Konkreettiset tavoitteet 2020–2021.

Hankekehitys	Suunnittelunohjaus	Laskenta	Hankinta	Tuotanto
❖ Tavoite 1	❖ Tavoite 1	❖ Tavoite 1	❖ Tavoite 1	❖ Tavoite 1
❖ Tavoite 2	❖ Tavoite 2	❖ Tavoite 2	❖ Tavoite 2	❖ Tavoite 2 ❖ tarkennus
❖ Tavoite 3	❖ Tavoite 3	❖ Tavoite 3	❖ Tavoite 3.	❖ tarkennus
❖ Tavoite 4	❖ Tavoite 4	❖ Tavoite 4	❖ Tavoite 4	❖ Tavoite 3
❖ Tavoite 5	❖ Tavoite 5	❖ Tavoite 5.		❖ Tavoite 4
❖ Tavoite 6	❖ Tavoite 6	❖ Tavoite 6 ❖ HUOM: tarkennus / määrittäminen		❖ Tavoite 5 ❖ tarkennus
❖ Tavoite 6 tarkennus	❖ Tavoite 7	❖ Tavoite 7		❖ Tavoite 6
	❖ Tavoite 8 ❖ tavoite 8 tarkennus ❖ tavoite 8 tarkennus			
	❖ Tavoite 9			

Taulukon tavoitteissa toistuvat mahdollisuuteen ja tulevaisuuteen liittyviä sanapareja kuten: valituissa hankkeissa, perustaso haltuun, luoda valmius, vaihtoehtojen tarkastelu, kartoittaminen, kehittää, valmius, helpottaminen, nopeutuminen, hyödyntäminen ja nostaminen. Näiden sanojen runsaslukuinen ilmentyvä kuvastaa osaltaan, ettei organisaatiolla ole asetettu yhteistä tahtotilaa tietomallintamisen hyödyntämiselle. Tavoitteet on sidottu tietomallihankkeiden tunnistettuihin hyötyihin sekä mahdollisuuksiin, mutta konkreettisten tavoitteiden sitomista varsinaisesti mitattaviksi tavoitteiksi kuten numeraaliseen muotoon ei ole tehty.

Esimerkin omaisesti alla esitetyn kaltaisia tavoitteita voisi ja tulisi olla mukana edellä mainitussa listassa:

1. Kolme vaihtoehtoista tontinkäytön suunnitelmaa / hankekehittettävä kohde, joihin toteutetaan kustannusvertailu sekä visuaalinen tarkastelu
2. Kaikissa yli 2 000kem² hankkeissa hyödynnetään tietomallintamista
3. Tietomallihankkeiden suunnitteluvirheiden määrä max xx % perinteisen 2D suunnittelun virheistä (teoreettinen, vaikea mitata käytännössä)
4. Määrälaskennan työaikasäästö tietomallihankkeissa xx %
5. Suunnittelusta aiheutuvien tuotantohäiriöiden/virheiden määrä x kpl/tietomallihanke.

4.5 Tietomallikoordinointi

Jokaiselle tietomallihankkeelle tulisi nimetä tietomallikoordinaattori. Tietomallikoordinaattorina voi toimia hankkeen pääsuunnittelija, mutta yleinen ja suositeltava tapa on valita hankejohdon valitsema suunnitteluryhmän ulkopuolinen taho. Tietomallikoordinaattorin tehtävät limittyvät suunnittelun ohjauksen sekä pääsuunnittelijan tehtäviin, mutta ovat luonteeltaan tietomallien tekniseen laatuun paneutuvia. Tietomallikoordinaattori vastaa hankkeen tietomalliprosessin johtamisesta yhdessä tilaajan tietomallinmanagerin eli projektinjohdon kanssa. Tietomallikoordinaattori vastaa eri suunnittelualojen tietomallien yhdistämisestä, raportoi havaitsemansa virheet suunnitteluryhmälle ja tilaajalle. Koordinaattori ohjaa ja valvoo suunnitelmien yhteensovittamista, mutta suunnitelmien yhteensovittamisen vastuu on edelleen pääsuunnittelijan. (YTV 2012, osa 1)

Organisaation vastaukset tietomallikoordinaattorin tehtävästä vastaavat YTV:n määritelmää. Tietomallikoordinoinnin tehtävien osalta lähitulevaisuuden tavoitteeksi on asetettu organisaation oman tietomalliohjeistuksen laadinta. Tietomallien johtamisen ja tietomallien tietosisällön ohjaaminen sekä vaatimusten asettaminen tietomallien tietosisällölle. Ohjeiden koostamiseen liittyy osaltaan myös tietomallihankkeiden ajallinen ohjaaminen osana suunnitteluprosessia.

Vastausten perusteella voidaan todeta, että tietomallikoordinointi tullaan toteuttamaan lähitulevaisuudessa ostopalveluna, sillä alueilla ei ole tietomallikoordinaattorin tehtävien hoitamiseen tarvittavaa osaamista eikä resurssia. Vastauksissa on pohdittu, tulisiko organisaation rekrytoida oma tietomallikoordinaattori, sikäli kun tietomallihankkeiden

määrä alkaa olemaan jo kohtalainen, minkä vuoksi ostopalvelujen vuosittainen yhteenlaskettu määrä on kasvamassa. Tarve tietomalliosaamisen tukihenkilölle suunnittelunohjauksesta aina työmaakäyttöön nousee esille vastauksista vahvasti. Tietomallikoordinaattorin tehtävien hoitamisessa voisi myös hyödyntää strategista kumppanuutta, jonka avulla voitaisiin sekä kehittää toimintaa että järjestää päivittäisiä tietomallikoordinaattorin tehtäviä. Todennäköisesti strateginen kumppanuus alkuvaiheessa tulee järkevämmäksi, kustannustehokkuuden sekä erityisesti nopeuden ja osaamisen laaja-alaisen kehittämisen näkökulmasta, kuin oman BIM-osaajan rekrytointi. Rekrytointiprosessi, perehdytys ja työn käynnistäminen vievät aikaa vähintään kuukausia.

5 ROADMAP – TIEKARTAN MÄÄRITTÄMINEN

Opinnäytetyn lisäarvon määrittämisen näkökulmasta tärkein yksittäinen osio on nykytila-analyysin ja tahtotila-analyysin perusteella määritettävä polku tietomallipohjaisen toimintatavan käyttöönottamiselle, jonka perusteella yrityksen oma kehitysryhmä voi johtaa oman esityksen johdolle. Yrityksen johdon taas tulee määrittää, halutaanko tietomallipohjaiseen toimintatapaan panostaa tulevaisuudessa, ja jos halutaan niin millä resursseilla sekä tavoittein. Yrityksen toiminnan kehittämisen näkökulmasta on tuotava esille, että yrityksen tulisi tunnistaa ja määrittää, mitä tietomallintamisella halutaan ratkaista ja mihin tietomallintamisella vastataan. Tämän opinnäytetyön tiekartta on määritetty opinnäytetyön suorittajan näkemyksen ja analysoinnin mukaisesti, minkä vuoksi sitä tulee arvioida yritykselle tarveperusteisesti ennen mahdollista päätöksentekomenettelyä.

Muutosten johtaminen on suunniteltua, järjestelmällistä sekä hallittua. Yleisesti on tunnistettu, että osallistaminen ja vaikutusmahdollisuudet tekevät muutoksesta omakohtaista, minkä vuoksi tietomallipohjaisen toimintatavan mahdollinen jalkauttaminen tulee toteuttaa läpi organisaation, keskustellen ja osallistavalla tavalla. Nykytila-analyysin mukaisesti, organisaation asenteet tietomallintamista kohtaan ovat saatujen vastausten perusteella pääosin positiivisia. Organisaation toimihenkilöiden odotusarvo tietomallintamista kohtaan on korkealla. Oikein ja läpinäkyvästi johdettuna muutos kohti tietomallipohjaista toimintatapaa on mahdollista toteuttaa, sillä muutosvastarinta on odotusarvoisesti matalaa. (Jävälä & Lehtoviita 2016, Härkönen & Nissinen 1990 mukaan)

Organisaation henkilöstöllä on mahdollisuudet omaksua uusi toimintatapa ja käytännöt, minkä ansiosta toiminnan kehittäminen on lähtökohtaisesti mahdollista. Kuvassa 13 on esitetty muutosjohtamisen vaiheet visuaalisessa muodossa.



Kuva 12. Muutosjohtamisen vaiheet.

Johtajien tehtävä on priorisoida ja saada aikaan muutoksia. Käytännössä tämä ilmenee tavoitteiden määrittämisessä sekä strategian luomisessa. Ilman määritettyjä tavoitteita yritys ajelehtii tuuliajolla ja kaikki ratkaisut kelpaavat. Strategia tarkoittaa valintaa, mallia, suunnitelmaa siitä mitä nyt ja tulevaisuudessa tehdään, jotta yritys menestyy. Muutosten aikaansaaminen taas vaatii organisaation voimavarojen keskittämistä. Alati monimutkaistuvammassa toimintaympäristössä korostuu johtajien strategisten dialogien merkitys, tiedonhankinta toimintaympäristöstä, heikkojen signaalien havainnointi, arvoverkkojen analysointi, kilpailijoiden toiminnan ennakointi, merkitysten luominen, valmiuksien kehittäminen, reflektiivisyys, valmennus sekä johtajien oma esimerkki. (Laamanen & Tinnilä 2009, 13–14)

5.1 Muutostarve

Muutostarpeen määrittäminen tulee toteuttaa tarkastelemalla yrityksen toimintaa läheltä ja tarkasti. Tässä kehittämistehtävässä esitetty muutostarve peilaa kehittämistehtävän suorittajan omaa näkemystä, perustuen yrityksen nykytila-analyysia ja alueorganisaatioiden tahtotilaselvityksiin. Niiden lisäksi kehittämistehtävän suorittajan omakohtaiset kokemukset yrityksen projektinjohdosta ja suunnittelunohjauksesta vastaavana toimihenkilönä vaikuttavat käsitykseen muutostarpeesta. Kehittämistehtävän aikana syntynyt käsitys tietomallintamisesta, sen mahdollisuuksista, hyödyistä ja haitoista osaltaan vaikuttavat muutostarpeen analysointiin.

Taloudellisia mittareita kuten liikevaihdon kasvua sekä liiketulosta vertailtaessa voidaan todeta, että Rakennusliike Lapti on onnistunut vertailukelpoisiin kilpailijoihin verraten keskimääräistä paremmin. Taloudellisten mittarien kehittymistä on kuvattu taulukossa 5 (Rakennuslehti 2019). Laptin kasvu vuodesta 2008 vuoteen 2019 on osoitus yrityksen päätöksentekokyvystä, tehokkaasta organisaatorakenteesta sekä aktiivisesta johtamisesta. Edellä mainitut yhdistettynä onnistuneisiin rekrytointiprosesseihin ovat mahdollistaneet nopealla aikajänteellä merkittävän markkina-aseman saavuttamiseen.

Taulukko 5. 2010-luvun kovimmat kasvajat.

2010-luvun kovimmat kasvajat

	Liikevaihto	Liikevaihto	Kasvukerroin	Kasvu-%	Liiketulos-%	Liiketulos-%
	2011	2018		edellisvuodesta	2011	2018
Lehto	86	722	8,3	21	5,1	5,2
Consti	143	316	2,2	5	0,4	-1,7
Jatke	47	289	6,1	14	0,5	5,6
Lapti	39	284	7,3	25		6
GRK	48	251	5,2	45	7,4	6,2
Pohjola Rakennus	47	261	5,6	-1,5	10,8	-3
Fira	47	223	4,7	3	-2,4	-0,8
T2H		103		66		22,8
Lipa	53	91	1,7	56	3	3,6
Varte	38	85	2,2	-3,3	2,5	-1,6
Arkta	30	62	2,1	10	10,9	8,4
Rakennusteho	38	62	1,6	-3,5	7,3	3,3

Huomautus: Asuntogrynderi T2H perustettiin vuonna 2010.

Vaikka Lapti on tehnyt hyvää tulosta ja onnistunut kasvamaan tuloksesta tinkimättä, on yrityksen kohtaamat haasteet vastaavasti myös kasvamassa kasvun rinnalla. Kasvun mukanaan tuomat haasteet ja kilpailukentän kiristyminen toimivat tulevaisuuden kasvun esteenä ja vaativat uuden oppimista, itsensä jatkuvaa haastamista sekä kehittymistä. Lapti on noussut lyhyessä ajassa kirittäjästä tasavahvaksi kilpailijaksi, lukuun ottamatta alan absoluuttisesti suurimpia toimijoita.

Voidaankin siis todeta, että Rakennusliike Laptilla on jo kasvunsa vuoksi syntynyt muutostarve. Muutostarpeen tekijöiksi tämän opinnäytetyön puitteissa voidaan nimetä ainakin seuraavat tekijät:

1. Kilpailukyvyn varmistaminen tiukentuvassa markkinassa
 - a. Aktiivinen, responsiivinen, innovatiivinen & tehokas hankekehitys
 - b. Innovatiivinen, tehokas ja laaduntuottokykyinen suunnittelunohjaus
 - c. Tuotantokustannusten hallinta, laaduntuottokyky, turvallisuus, kumppanuuksien johtaminen

2. Houkuttelevuus työyhteisönä verrattuna kilpailijakenttään
 - a. Mielikuva Laptista työnantajana
 - b. DIGI-sukupolven tekijöiden rekrytointi
 - c. Henkilökunnan sitouttaminen (osallistaminen, vastuu, kouluttaminen, pal-kitseminen)

3. Kasvun mukanaan tuomat johtamisen ongelmat
 - a. Lisääntyneet hallinnolliset tehtävät
 - b. Tarve yhtenäistää toimintatapoja
 - c. Käytössä olevien resurssien jakaminen
 - d. Julkisuuskuva ja brändijohtaminen

4. Toimintakentän muutokset
 - a. Viranomaisten vaatimukset
 - b. Tilaajien vaatimukset
 - c. Mahdollisuus digitaalisuuden mukanaan tuomaan tehokkuusloikkaan

Siirtyminen kohti tietomallipohjaista toimintatapaa ei tule olemaan ainoa ratkaisu tai edes osa ratkaisua kaikkiin edellä mainittuihin muutostarpeisiin. Yksinään tietomallintaminen ei tulla ratkaisemaan yhtäkään edellä mainituista muutostarpeista, mutta tietomallipohjaiseen toimintatapaan siirtyminen tulee toimimaan tärkeänä osana ratkaisua useampaankin muutostarpeeseen.

Kuvassa 13 on esitetty näkemys tietomallipohjaisen toimintatavan soveltuvuudesta osaksi ratkaisua esitettyihin muutostarpeisiin.



Kuva 13. Tietomallin soveltuminen tunnistettuihin muutostarpeisiin.

5.2 Tietomallintamisen tiekartta

Tietomallintamisen tiekartan muodostamisen lähtöpisteinä toimii yrityksen nykytila. Nykytila-analyysin perusteella, yrityksen tulee muodostaa toimintaympäristö ja muutostarpeet tunnistuen tiekartan pääteipite. Määritetty tavoite, jota kohti tiekartta ohjataan kulkemaan. Samalla on kuitenkin tunnistettava, että toimintaympäristö ja teknologia ovat alati murroksessa ja muutostilassa, minkä vuoksi muodostettava tiekartta on tunnistettava responsiiviseksi. Toimintaympäristön ja tilanteen arvioinnin on oltava aktiivista sekä jatkuvaa. Tiekartan välitavoitteet tunnistetaan tämän hetken näkemykseksi, sisältö

saattaa muuttua hyvinkin lyhyellä aikajänteellä. Tiekartta näyttyy pikemmin prosessinomaisena kuin projektinomaisena kehityshankkeena, aina tavoitelaan asti. Tiekartta visualisoi muutostarpeen toteutussuunnitelman kehyyksen. Onnistumisen kannalta on ensisijaisen tärkeää paneutua tiekartan sisältöön ja luoda suunnitelma, miten tiekartta toteutetaan. Tiekartta ei siis ole itsessään suunnitelma muutoksen toteuttamisesta, vaan tahtotilan saavuttamiseksi määritetty polku visualisoituna.

Tiekartta sisältää välitavoitteet, jotka toimivat myös välitavoitteiden päätöksenteko- sekä toiminnansuunnittelupisteinä. Tiekartan perusajatuksena on Suunnittele–Toteuta–Arvioi–Päätä sykli, jota tarpeen mukaan toistetaan ennen askeleelta seuraavalle siirtymistä. Syklin aikajänne on jossain määrin sidottuna yrityksen hankekantaan ja hankkeiden läpimenoaikaan, sillä tiekartan tavoitteiden saavuttamista arvioidaan hankkeiden tulosten perusteella. Tiekartan välitavoitteita on avattu lyhyesti ehdotetun sisällön osalta. Tiekartta on visualisoitu kuvassa 15, ja esitetty suurempana Liitteessä A. Tiekartan tavoitetilassa, organisaation perusoletuksena on tietomallintamalla johdettu, suunniteltu sekä toteutettu rakennustuotanto.



Kuva 14. Tietomallintamisen tiekartta.

5.2.1 Välitavoite 1

Välitavoitteen pääpaino on suunnittelunohjauksen kehittämisessä sekä projektinjohtamisessa. Välitavoitteen aikana viedään läpi useita tietomallipohjaisesti johdettuja hankkeita, joiden johtaminen on tasalaatuista ja yhteisesti määritetyllä tasolla. Tuotannon osalta välitavoite sisältää tutustumisen tietomallien mahdollisuuksiin, lähinnä havainnollisuuden näkökulmasta. Tietomallit tarjotaan tuotantovaiheessa työmaan käyttöön, mutta ei vaadita hyödyntämistä ennalta määrättyihin asioihin tai pakko-ohjata käyttöä. Perehdytetään tuotanto valittujen ohjelmistojen käyttöön, sekä tietomallihankkeen perusteisiin.

Välitavoite käynnistyy tietomallihankkeen johtamisen asiakirjojen kehittämisellä. Tietomallisuunnitelma sekä suunnittelualakohteiset tietomalliohjeet kehitetään välitavoitteen alussa suoritettavassa suunnitteluvaiheessa. Suunnittelunohjaus koulutetaan käyttämään kehitettyjä asiakirjoja. Vaiheen käynnistyessä valitaan useampi hanke, joissa asiakirjat otetaan käyttöön, vähintään yksi hanke kultakin alueorganisaatiolta.

Välitavoitteen saavuttamiseksi hyödynnetään ulkopuolisen tietomalliosaaajan palveluja. Resurssisuunnittelun näkökulmasta, ei ole vielä ajankohtaista rekrytoida ja kiinnittää organisaatioon erillistä tietomalliosaaajaa. Tavoitteen läpiviemiseksi kiinnitetään strateginen kumppani, joka toimii tietomallintamisen asiakirjojen kehittämisessä ohjausryhmän fasilitaattorina, että valituissa hankkeissa tietomallikoordinaattorina.

Välitavoitteen lopputuloksena organisaatio hallitsee tietomallintamalla johdetun suunnitteluprosessin. Tietomallit toimivat työmaalla rakennettavuuden arvioinnin ja havainnollistamisen apuvälineenä. Kustannuslaskenta sekä hankinta voivat hyödyntää tietomalleja, mutta voidaan käyttää pelkästään myös 2D-suunnitelmia. Välitavoitteen yksi tärkeimmistä tavoitteista on osaamisen kehittäminen läpi organisaation, joka tapahtuu pääosin hankkeiden myötä. Välitavoitteen loppuvaiheessa voidaan alustaa toimenkuva perusteisesta koulutusohjelmaa ja/tai osaamistarvetta. Tavoitteen loppupuolella suoritetaan IT-laitekannen sekä ohjelmistojen soveltuvuuden arviointi vaiheen 2 läpivientiä varten.

5.2.2 Välitavoite 2

Välitavoite keskittyy erityisesti laskentatoimen sekä tuotannon kehittämiseen. Välitavoitteen käynnistyessä lähtökohtaisesti kaikki asuinkerrostalohankkeet sekä näitä

vaativimmat rakennushankkeet suunnitellaan tietomallipohjaisesti. Laskentatoimen ohjelmistovalinnat suoritetaan tavoitteen alkuvaiheessa, jotta tietomallipohjainen määrä- ja kustannuslaskenta mahdollistetaan organisaatiossa. Ohjelmistovalinnan yhteydessä tulee tutkia myös ohjelman soveltuminen kustannusten lisäksi myös tuotannon ajalliseen ja laadulliseen ohjaamiseen.

Hankekehitysvaiheessa tietomallit toimivat vaihtoehtovertailun sekä kustannusohjauksen päätöksenteon tukena. Suunnittelunohjauksen osalta keskitytään vakiintuneiden toimintatapojen laadun sekä tehokkuuden vahvistamiseen, hankkeista oppimisen avulla. Tietomallikoordinaattorin tehtävien suorittamista voidaan arvioida osaamisen kehittyessä, käytettävissä olevien resurssien niin salliessa.

Tuotannon osalta välitavoitteen aikana otetaan suuria askelia kohti tietomallien avulla johdettua työmaata. Tietomallit tulevat osaksi aikataulusuunnittelua, että varsinaista työsuunnittelua. Työmaaorganisaatioiden osaamista kehitetään vahvasti hankkeiden avulla, käyttöön otetaan uusia ohjelmistoja tietomallien hyötyjen saavuttamiseksi.

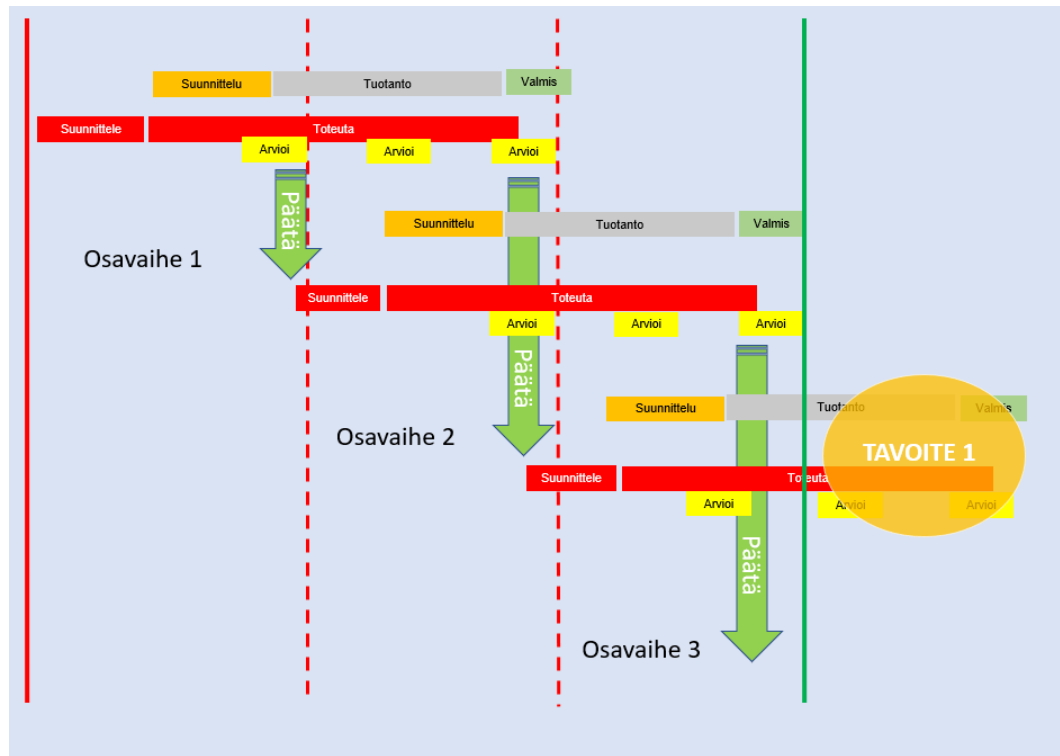
Välitavoitteen saavuttamiseksi hyödynnetään edelleen ulkopuolisen tietomallikonsultin palveluja, mutta välitavoitteen alkuvaiheessa tulee tarkastella mahdollisia rekryointitarpeita, kun tietomallihankkeiden volyymi ja resurssitarve kasvavat huomattavasti.

Välitavoitteen lopputuloksena organisaatio hallitsee tietomallintamalla johdetun suunnitteluprosessin, tietomallintamalla suoritettua määrä- ja kustannuslaskennan, tuotannossa tietomallit toimivat aikataulusuunnittelun lähtötietona ja työmaan käytön suunnittelu suoritetaan tietomallipohjaisesti. Välitavoite saavutetaan, kun organisaatio pystyy hyödyntämään tietomallintamista suunnittelusta aina valmiin rakentamisen käyttöönottoon.

5.3 Välitavoitteiden läpivienti

Askeleet eli välitavoitteet tulee jakaa hankkeiden läpimenoaikojen vuoksi pienempiin osa-alueisiin, hyvänä jakoperusteena voidaan hyödyntää rakennushankkeen suunnittelu – tuotantovaiheistusta. Esimerkiksi tietomallihankkeen suunnitteluvaiheen jälkeen tarkastellaan ja arvioida saavutettuja tuloksia ja kalibroidaan suunnitelma tulosten mukaisesti, sen sijaan että odotetaan rakennushankkeen valmistumista. Oppimista tapahtuu hankkeen osavaiheiden aikana ja oppeja on ulosmitattavissa keskeneräisistä hankkeista. Tulosten arviointi osavaiheiden mukaan nopeuttaa tavoitetilan saavuttamista sekä askeleen absoluuttista läpimenoaika. Suunnitteluvaiheen lisäksi myös

tuotantovaiheen hyötyjä voidaan arvioida kesken tuotantovaiheen. Luonteva paikka arvioida tietomallintamista tuotannossa on tuotantovaiheen puolivälitarkastelu. Puolivälitarkasteluun mennessä suuri osa työvaiheiden suunnittelusta sekä työmaan käytön ja turvallisuuden suunnittelusta on jo tehty. Kuvassa 16 on esitetty tavoitetilaa tähtävään vaiheen jakamista osavaiheisiin hankekannan näkökulmasta.



Kuva 15. Tiekartan askeleen jako osavaiheisiin.

Tiekartan nykytilasta ei tulisi kulkea eteenpäin tai taaksepäin, ilman yrityksen tahtotilan määrittämistä. Yrityksen johdon tulee määrittää tavoitetilaa, suunta, sekä valtuuttaa ja vastuuttaa toteuttamiselle resurssit. Resurssien määrittämisen osalta oleellinen kysymys lienee, lähdetäänkö tavoitetilaa tavoittelemaan yritykseen perustettavalla keskitetyllä VDC-organisaatiolla, vai panostetaanko yleisen osaamistason nostamiseen osana ja kehitetään toimintona toimihenkilöiden muun työn ohessa. Seppäsen havaintojen mukaan, keskitetyt VDC-organisaatiot eivät ole olleet menestyneitä, sillä niiden perustaminen helposti ulkoistaa osaamisen ja vastuun kokonaan oman talon sisällä toimivalle funktiolle, pois projekteilta. Esityksenä voisi olla hyödyntää strategista kumppanuutta ja etukäteen valitussa tasossa harkita kehityksestä vastaavan henkilön rekrytointia, joka vastaisi tietomallintamisen johtamisesta, kehittämistä ja koordinoinnista yritystasolla, mutta sitouttaa toimihenkilöt kouluttamalla ja osallistamalla.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Tulosten arviointi

Ensimmäisenä suoritettu organisaation nykytila-analyysi antaa yrityksen johdolle sekä toimihenkilöille kattavan kuvan, miten tietomalleja on hyödynnetty kohdeorganisaatiossa. Lisäksi se avaa yrityksen sisäisiä asenteita ja ajatuksia tietomallintamista kohtaan. Analyysia täydentää ja vahvistaa kirjallisuustutkimuksen tulokset yhdessä professori Olli Seppäsen haastattelun kera. Yhdessä edellä mainitut luovat pohjan tietomallipohjaisen toimintatavan kehittämiseksi sekä jalkauttamiseksi kohdeorganisaatiossa. Toimintaympäristön ja sidosryhmien vaatimuksia ja tarpeita, kuten tilaajien, viranomaisten, yhteistyökumppanien vaatimuksia ja muutostarpeita on osittain kuvattuna opinnäytetyössä, mutta niiden sisältöön ei ole syvennytty yksittäisiä huomioita pidemmälle.

Lähtötila-analyysin perusteella voidaan todeta kohdeorganisaation henkilöstön ymmärtävän, mitä hyötyjä tietomallipohjaisella toimintatavalla on mahdollista saavuttaa. Lähtötila-analyysi yhdessä lähitulevaisuuden tavoittila-analyysin kanssa varmistaa, että tietomalleista puhutaan organisaation sisällä aktiivisesti ja oma-aloitteisesti. Toisaalta on tunnistettava, että yrityksen sisällä tietomallintamisen hyödyntämisen taso projektitiimeissä ja prosesseissa vaihtelee suuresti.

Seuraava askel yrityksen tietomallipohjaisen toimintatavan kehittämiseksi on järjestelmällinen toimintatapojen kehittäminen ja jalkauttaminen. Jalkauttaminen tulee tehdä laajalla rintamalla läpi alueorganisaatioiden, jotta yleistä osaamisen tasoa saadaan nostettua rakennushankkeen eri vaiheissa. Osaamisen tason nostaminen on lähtökohta tiekartan läpiviemiseksi, sillä tiekartan askeleiden läpivienti vaatii perusosaamista ja motivaation kehittää perusosaamista kohti tavoitetta. Henkilöstölle ei saa syntyä mielikuvaa, että tiekartta viedään läpi väkisin keinolla millä hyvänsä ja samalla pakotetaan käyttämään teknologiaa, josta ei koeta olevan käytännön hyötyä. Organisaation tulevaisuuden kannalta on myös ensiarvoisen tärkeää varmistaa, että oppiminen ei tapahtuisi pelkästään yksittäisissä projektitiimeissä, vaan oppiminen onnistuttaisiin jalkauttamaan läpi organisaation yrityksen oppimiseksi. Tietomallipohjaisen toimintatavan jalkauttamista tukee lähtötila-analyysin positiiviset odotukset tietomallien hyötyjä kohtaan.

Tietomallipohjaisen toimintatavan osalta tulokset osoittavat selkeästi, että kohdeorganisaatiossa on akuutti tarve tietomallihankkeiden johtamisen ohjeille, vaatimuksille ja

asiakirjoille. Nykyisellään on jo käynnissä ja käynnistymässä tietomallihankkeita, joiden läpivientiä varten tarvitaan edellä mainittua osaamista ja kehittämistä, jotta tietomalleja pystytään hyödyntämään hankkeissa tehokkaasti.

Tietomallipohjaisen toimintatavan yleistyössä ja siirtyessä kohti yhtenäisempää toimintatapaa, tarvitaan myös järjestelmällistä kouluttamista ja osaamisen tason kehittämistä. Tietomallien laatu tulee parantumaan, tietosisältö kasvamaan ja näiden seurauksena hyödynnettävyys paranee. Tietomallien hyötyjä saadaan ulosmitattua ja toiminnan tehokkuutta kasvatettua. Lähtötila-analyysi on onnistunut nostamaan esille kohdeorganisaatiolle arvokkaaksi tunnistettavaa tietoa tietomallien hyödyntämisestä organisaatiossa sekä henkilöstön osaamisesta ja asenteista tietomalleja kohtaan. Lisäksi organisaatio sai arvokasta tietoa tämän hetken kipupisteistä sekä tarvittavista lähitulevaisuuden akuuteista kehitystarpeista.

6.2 Jatkotutkimukset ja tunnistetut kehittämistarpeet

Opinnäytetyön suorittaminen näkökulmasta olisi yrityksen johdolle ollut tarkoituksenmukaista rakentaa oma kysely, jonka avulla olisi kartoitettu johdon näkemyksiä tietomalleista ja tietomallipohjaisen toimintatavan käyttöönottamisesta. Tiekartta on määritetty toimihenkilöiden kyselyvastausten ja opinnäytetyön kirjoittajan omien näkemysten mukaisesti. Yrityksen johdolle esitettiin periaatteet tiekartan alustavien askeleiden määrittämiseksi johtoryhmän kokouksen yhteydessä.

Tietomallipohjaisen toimintatavan implementointi kohdeorganisaation toiminnanohjausjärjestelmään vaatii toiminnanohjausjärjestelmän kehittämistä. Tietomallipohjaiselle toimintatavalle pitäisi luoda vähintään vaihtoehtoinen prosessikartta, joka käsittelisi hankkeen läpivientiä ja yrityksen sisäisiä prosesseja.

Opinnäytetyössä rajattiin ulos yrityksen ICT-järjestelmien soveltuvuuden arviointi, minkä vuoksi yrityksen näkökulmasta olisi ensiarvoisen tärkeää selvittää nykyisen laitekannan sekä ohjelmistojen soveltuvuus ja rajoitukset tietomallintamiseen. Lähtötila-analyysi osoittaa, että laitekanta ei olisi ajan tasalla tai ymmärrys laitteiden vaatimustasosta ei ole oikea. Yrityksen käytössä oleva ohjelmistokanta ei tue tietomallien täysimääräistä hyödyntämistä, sillä toistaiseksi ei ole katsottu tarpeelliseksi tutkia 4D tai 5D-hankkeiden läpivientiin tarvittavien ohjelmistotyökalujen käyttöönottoamista. Kohdeorganisaation ICT-ratkaisujen arviointi ja kehittäminen tulisi tehdä tietomallipohjaisen toimintatavan

implementoinnin osana. Yleisesti voidaan todeta, että kohdeorganisaation tietomallintamisen kehittämiseen tulee kiinteästi kytkeä ICT ohjelmistojen sekä laitekannan suunnittelun ja ylläpidon osalta. Tietomallien hyötyjen saavuttaminen tulee vaatimaan yritykseltä panostusta sekä käytössä oleviin ohjelmistoihin, että kokonaan uusien ohjelmistojen hankintaan. Laitekannan näkökulmasta yrityksen tulee määrittää vähimmäisvaatimukset eri rooleille tarvittaviin laitteisiin, ottaen huomioon tietomalliohjelmistojen vaatimukset. Kenttälaitteiston määrittäminen ja hallinta tulee myös suunnitella omana tärkeänä osana tietomallintamisen käyttöönottoa työmaavaiheessa.

Mielenkiintoinen laajasti rakennusalaan koskeva jatkotutkimuskohde voisi olla tietomallintamisen kustannusten sekä tietomallintamisen hyötyjen ns. "leikkauspisteen" määrittäminen, sillä tällä hetkellä alalla ei ole olemassa tutkimukseen perustavaa näkemystä asiasta. Myöskään professori Seppänen ei tunnistanut, että tietomallintamisen kustannus-hyötyjä suhteessa hankekokoon olisi tutkittu. Kyseisen tutkimuksen ja mahdollisen johdopäätöksen koostaminen on tunnistettava erittäin hankalaksi, sillä esimerkiksi talotehtaat yleisesti hyödyntävät tietomalleja tuotannossaan, sillä hyödyt talotehtaille tulee toistamisen kautta. Hyötyjen määrittäminen suhteessa hankekokoon ei siis ole yksiselitteistä, mutta yleisesti voidaan todeta hyötyjen tulevan lisäpanosta suuremmaksi mitä suuremmasta ja vaikeammasta suunniteltavasta ja toteutettavasta hankkeesta on kysymys.

Kohdeorganisaation hankelistauksen perusteella tietomallintamista ei hyödynnetä toistaiseksi kohdeorganisaatiolle tavanomaisissa palvelutilahankkeissa. Näiden hankkeiden hankekoosta on keskimääräisesti asuinkerrostalohanketta huomattavasti pienempi, kerroslukumäärät sekä tekniset ratkaisut jonkun verran yksinkertaisemmat. Toisaalta taas näissä hankkeissa kohdeorganisaation osaaminen ja vakiintuneet kumppanuudet suunnittelussa johtavat hyvin suoraviivaiseen toimintatapaan, jossa tietomallintamisella ei tunnisteta olevan vastaavia hyötyjä kuin kertaluontoisemmassa asuinrakennushankkeessa. Kyseisissä hankkeissa pyritään hyödyntämään valmiita ratkaisumalleja sekä toistoa, jotka taas tukisivat tietomallintamisen hyötyjä. Organisaatio voisi luoda hankkeille oman objektiperusteisen tuotekirjaston, jota hyödyntämällä suunnittelun läpimenoaika olisi mahdollista leikata oleellisesti. Tuotekirjasto olisi mahdollista kehittää "Best practices" perusteisesti, joka takaisi yrityksen kilpailukykyä ja palvelunopeuden. Tietomallintamisen soveltuvuutta näihin hankkeeseen ei selvitetä tämän opinnäytetyön puitteissa, mutta nostetaan esille organisaatiolle mahdollisena jatkotutkimuskohteena.

7 YHTEENVETO

Rakennusliikkeelle toimeksiantosopimuksella suoritettussa opinnäytetyössä käsiteltiin tietomallintamisen nykytilannetta sekä tulevaisuuden tahtotilaa. Opinnäytetyö liittyi yrityksessä käynnissä olevaan kehityshankkeeseen tietomallintamisesta, joka oli valittu keväällä 2019 yrityksen yhdeksi kärkihankkeeksi.

Lähtötila-analyysin lopputuloksena ymmärrys organisaation tietomallintamisen nykytilanteesta konkretisoitui. Vahvasti alueorganisaatiojohtoiseen johtamiskulttuuriin nojautuva organisaatio sai oleellista taustatietoa päätöksenteon tueksi. Yksittäisinä havaintoina nostettakoon esille jokseenkin yllättäviäkin havaintoja:

1. Alueorganisaatioiden osaamisen taso tasalaatuista.
2. Yksittäisten projektiorganisaatioiden osaaminen alalle tyypillisten pilottihankkeiden myötä korkeammalla tasolla.
3. Tietomallintamista on hyödynnetty yrityksessä laajemmin kuin yleinen käsitys ennen selvityksen analysointia antoi ymmärtää.
4. Tietomallit ovat olleet irrallisia osia projektien virrassa.
5. Kohdeorganisaation ongelmat peilaavat alan ongelmaa, jonka mukaan oppiminen tapahtuu projektitiimeissä, kun sen tulisi tapahtua tiimien sijasta yrityksissä itsessään.

Kehittämistehtävän lopputuloksena esitetään kohdeorganisaatiolle tiekartta tietomallipohjaisen toimintatavan käyttöönottamiselle. Yrityksen johdon tulee kehittämistehtävän taustoittamana määrittää, halutaanko tietomallipohjaista toimintatapaa kehittää ja ottaa osaksi yrityksen toiminnanohjausjärjestelmää. Päätöksentekoon liittyy olennaisesti tavoitteiden, resurssien ja aikataulun määrittäminen. Edellä olevien perusteella tulee määrittää ja vahvistaa toimintasuunnitelma sekä arviointimenetelmät ja kriteerit muutoksen toteutukselle. Päätöksentekoprosessin olennaisena osana on tunnistaa ja määrittää mitä tietomallipohjaisella toimintatavalla halutaan ratkaista. Mihin ongelmiin, haasteisiin ja mahdollisuuksiin tietomallipohjaisella toimintatavalla pyritään vastaamaan.

Kehittämistehtävässä esitetty tiekartta peilaa opinnäytetyön kirjoittajan henkilökohtaista näkemystä, perustuen yrityksen lähtötila-analyysiin, alueorganisaatioiden vastauksissa saatuihin näkemyksiin ja asenteisiin sekä organisaation tietomallikehitysryhmän jäsenten ajatuksiin. Kehittämistehtävän aikana syntynyt ymmärrys tietomallintamisesta, sen

mahdollisuuksista, hyödyistä, haitoista ja rasitteista osaltaan vaikuttaa kehittämistehtävässä esitetyn muutostarpeen arviointiin.

Digitaalisuus ei ole vielä onnistunut tuomaan rakennusalalle toivottua tuottavuusloikkaa. Kansainväliset esimerkit yhdessä alati muuttuvan toimintaympäristön ja teknologian kehityksen kanssa luovat mahdollisuuden rakennusalalle saavuttaa kauan odotettu tuottavuusloikka. Siirtyminen tietomallipohjaiseen toimintatapaan on yksi tärkeä osa muutosprosessia, joka mahdollistaa useiden muiden tuottavuutta mahdollisesti parantavien innovaatioiden hyödyntämisen. Toimintaympäristö on murrostilassa, niin kumppanit, tilaajat, viranomaiset kuin kilpailijatkin muuttavat toimintaympäristöä omalla toiminnallaan, ja vahvistavat tietomallintamisen tarvetta ja mahdollisuuksia.

Nykytilanneanalyysin mukaisesti, kohdeorganisaation asenteet tietomallintamista kohtaan ovat vastausten perusteella positiiviset. Organisaation toimihenkilöiden odotusarvo tietomallintamista kohtaan on korkealla. Oikein ja läpinäkyvästi johdettu muutos kohti tietomallipohjaista toimintatapaa on mahdollista toteuttaa, sillä muutosvastarinta on odotusarvoisesti matalaa. Rakennusliike Laptilla on mahdollisuudet omaksua uusi toimintatapa ja käytännöt, minkä ansiosta toiminnan kehittäminen kohdeorganisaatiossa on lähtökohtaisesti mahdollista.

LÄHTEET

Airaksinen, M., Hietanen, O., Manninen, A.-P., Reijula, K. & Vainio, T. 2011. Rakennetun ympäristön roadmap. Loppuraportti. Tekesin julkaisu 5. Helsinki: Tekes

Anttiroiko, A., & Kallio, O. 1992. Johdon tietojärjestelmät kunnallishallinnossa. Tampere: Tampereen yliopistopaino Oy.

Azhar, S. 2011. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks and Challenges for the AEC Industry, Leadership and Management in Engineering. Vol 11, Issue 3, Jul 2011.

Eastman, C., Liston, K., Sacks, R. & Teicholz, P. 2011. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. Second Edition. United States of America: John Wiley & Sons.

Gilkinson, N., Raju, P., Kiviniemi, A., Chapman, C. 2015. Building information modelling: The Tide Is Turning, Structures & Buildings. Vol 168.

Hietanen, J. 2005. Tietomallit ja rakennusten suunnittelu : filosofinen selvitys tieto- ja viestintäteknikan mahdollisuuksista. Helsinki: Rakennustieto.

Howell, I. & Batcheler, B. 2005. Building Information Modeling two years later – Huge potential, some success and several limitations, The Laiserin Letter, May 2005. Viitattu 15.11.2019. Saatavilla sähköisesti http://www.laiserin.com/features/bim/newforma_bim.pdf

Härkönen, E. & Nissinen, J.H. 1990. Ihmisten johtaminen. Yritystaitojulkaisut. Kustannustuloskirjat Oy. Kajaani.: Kainuun Sanomain Kirjapaino Oy.

Jäväjä, P. Lehtoviita, T. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Helsinki: Rakennustieto.

Johansson, M. 2016. From BIM to VR – The design and development of BIMXplorer. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy. Department of Civil and Environmental Engineering, Chalmers University of technology. Chalmers Reproservice.

Kerosuo, H., Miettinen, R., Mäki, T. & Paavola, S. 2017. Hankkeista oppiminen; Tietomallintamisen johtaminen, organisointi ja koordinointi rakennushankkeissa, Työsuojelurahasto (hanke 115196) Helsinki: Helsingin yliopisto.

Kiradigi. 2019. Digikaava parantaa kaavoitusta ja rakennusalaa. Viitattu 15.12.2019. Saatavilla sähköisesti: <http://www.kiradigi.fi/kokeiluhankkeet/kokeiluhankkeet/digikaava-parantaa-kaavoitusta-ja-rakennusalaa.html>

Korpela, J. 2012. Tietomallintamisen käyttöönoton ongelmat rakennushankkeessa. KONSEPTI – Toimintakonseptin uudistajien verkkolehti, 7 (1-2), 1-24. Viitattu 13.12.2019. Sähköisesti saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/153346>

Laamanen, K. & Tinnilä, M. 2009. *Prosessijohtamisen käsitteet = Terms and concepts in business process management*, 4. uud. p. edn. Helsinki: Teknologiainfo Teknova.

Latvala, J. 2012. Tietomallinnuksen hyödyntäminen työmaatoiminnassa, Aalto University Professional Development. Vantaa : Aalto Pro

Mäki, T., Rajala, M. & Penttilä, H. 2010. Tietomallintaminen korjausrakentamisessa. Hyötyjä, haasteita ja kehitysehdotuksia. Tietoa Finland. Viitattu 3.12.2019. Sähköisesti saatavilla: http://www.tietoafinland.fi/doc/Tietomallintaminen_korjausrakentamisessa.pdf

Oinonen, S. 2017. Rakennusalan tuottavuusindeksi on karu - edes digitalisaatio ei tuonut tuottavuusloikkaa. Viitattu 03.12.2019. Saatavilla sähköisesti : <https://www.tekniikkatalous.fi/blogit/rakennusalan-tuottavuusindeksi-on-karu-edes-digitalisaatio-ei-tuonut-tuottavuusloikkaa/a8617c06-cb79-3367-9a82-dba170c8c528>

Peltokorpi Antti, Lavikka Rita, Laura Kokko & Seppänen Olli 2018, Talotekniikan esivalmistus: esteet, mahdollistajat ja prosessi. Loppuraportti. Helsinki: Aalto-Yliopisto, Rakennustekniikan laitos.

Rakennuslehti, Uutinen, Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40-vuodessa -onko Allianssista tai Leanista apua. Viitattu 3.12.2019. Saatavilla sähköisesti <https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/rakennusalalla-tyon-tuottavuus-ei-ole-kasvanut-40-vuodessa-onko-allianssista-tai-leanista-apua/>.

Rakennustieto 2019: Tietomalli rakennushankkeen toteutuksessa. Raportti. Viitattu 13.12.2019. Sähköisesti saatavilla: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140301.pdf>.

Simppanen, J-A. 2018. Rakennuksen tietomallin hyödyntäminen ja käytön kehittäminen rakennustuotannossa. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopiston.

Sulankivi Kristiina, Mäkelä Tarja & Kiviniemi Tarja. 2009. Tietomalli ja työmaan turvallisuus. Tampere: VTT Tutkimus ja kehitys, Liiketoiminta- ja tuotantoprosessit.

Suomen paikkatietoklusteri. 2017. Tiedätkö jo, miten voit hyödyntää kaupungin tietomallia liiketoiminnassasi. Viitattu 8.12.2019. Saatavilla sähköisesti: <https://www.flic.fi/2017/05/02/tiedatko-jo-miten-voit-hyodyntaa-kaupungin-tietomallia-liiketoiminnassasi/>

Tauriainen Matti. 2016. Tietomallien käyttö työmaalla: Tietomallin käyttö rakennushankkeen eri vaiheissa -koulutus. Rakennusteollisuus. Viitattu 3.12.2019. Saatavilla sähköisesti https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2016/130416_tietomallien-kaytto-tyomaalla_tkl-matti-tauriainen_lujatalo-oy.pdf

Vantaan rakennusvalvonnan tietomalliohje. 2019. Viitattu 10.12.2019. Saatavilla sähköisesti https://www.vantaa.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/vantaa/embeds/vantaaw-wwstructure/147932_Vantaan_RAVAn_tietomalliohje.pdf

Wang, X., Love, P., Kim, M. J., Park, C-S., Sing, C-P., Hou, L. 2013. A conceptual framework for integrating building information modeling with augmented reality. Automation in Construction. Vol 34, s. 37-44

Finnish Virtual Reality Association. 2019. Virtuaalitodellisuus – rakentaminen, arkkitehtuuri ja suunnittelu. Viitattu 14.12.2019. Saatavilla sähköisesti: <https://www.virtuaalimaailma.fi/virtuaalitodellisuus-rakentaminen-arkkitehtuuri-suunnittelu/>

Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 7. Määrälaskenta. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 11. Tietomalliprojektin johtaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Haastattelut

Seppänen O. 2019. Haastattelu. Aalto-Yliopiston professori Olli Seppästä haastatteli 27.11.2019
Ville Raitanen.

Kyselytutkimus

Rakennusliike Lapti. Kyselytutkimus aikavälillä 01.05 - 12.05.2019

Rakennusliike Lapti. Kyselytutkimus aikavälillä 01.10.2019 - 31.10.2019

Liite A: Tietomallintamisen tiekartta

