



# KONSEPTI –

Toimintakonseptin uudistajien verkkolehti

Konsepti – Toimintakonseptin uudistajien verkkolehti on Toiminnan, kehityksen ja oppimisen tutkimusyksikkö CRADLE:n julkaisu, jonka numeroita toimittavat vuorotellen CRADLE:n, Työterveyslaitoksen ja Metropolia Ammattikorkeakoulun edustajat. Lehti julkaisee toimintakonsepteja ja liiketoimintamalleja sekä niiden kehittämistä ja uudistamista koskevia vertaisarvioituja artikkeleita, tutkimuseloituksia sekä kehittäjien ammatillisia puheenvuoroja ja katsauksia.

## Päätoimittaja

Varpu Tissari,  
Helsingin yliopisto  
varpu.tissari [at] helsinki.fi

## Toimittajat

Varpu Tissari  
Tarja Mäki

## Lehden taitto

Jenni Korpela

## Toimitusneuvosto

Hannele Kerosuo  
Kirsi Koistinen  
Juhana Kokkonen  
Kirsti Launis  
Leila Lintula  
Jorma Mäkitalo  
Juha Pihlaja  
Marika Schaupp  
Hanna Toiviainen  
Jaakko Virkkunen



ISSN 2342-8376

7. vuosikerta, numero 1-2, 30.5.2012

## Julkaisutiedot, arviointikäytännöt ja kirjoitusohjeet

### Pääkirjoitus

Varpu Tissari

[Asiakkaat, työntekijät, välineet ja tietomallintaminen toiminnan ja toimintakonseptien kehittämisen voimavaroina](#)

### Artikkelit

Anu Kajamaa &  
Angelique Hilli

[Asiakasaloitteet ja niihin vastaaminen hoitotyössä – Esimerkinä kotihoito](#)

Varpu Tissari &  
Hanna Toiviainen

[Omahoitomalli asiakaslähtöisyyden välittäjänä](#)

Jenni Korpela

[Tietomallintamisen käyttöönoton ongelmat rakennushankkeessa](#)

Tarja Mäki, Sami  
Paavola, Hannele  
Kerosuo & Reijo  
Miettinen

[Tietomallintamisen käytöt rakentamisessa](#)

### Tutkimuseloitukset

Anu Kajamaa

[Hoidon eheyttämisen innovaatioiden toteutumisedellytykset, organisaation tahto ja asiakkaan ääni](#)

Tarja Mäki

[Rakentamisen tietomallintaminen](#)

### Haastattelut

Varpu Tissari

[Omahoidon tavoitteiden saavuttamisen edellytyksiä potilaan näkökulmasta](#)

Varpu Tissari

[Kotihoidon asiakkaiden liikkumiskyvyn edistäminen liikkumissopimuksen avulla: Onnistumisen kokemuksia työntekijöiden näkökulmasta](#)

### Julkaisu

Engeström, Kaja-  
maa, Toiviainen &  
Hilli (toim.)

[Näkökulmia hoidon eheyttämisen innovaatioiden tutkimiseen](#)

## **JULKAISUTIEDOT, ARVIOINTIKÄYTÄNNÖT JA KIRJOITUSOHJEET**

Konsepti – Toimintakonseptin uudistajien verkkolehti  
ISSN 2342-8376

Julkaisija: Toiminnan, kehityksen ja oppimisen tutkimusyksikkö CRADLE, Helsingin yliopisto

Konsepti - toimintakonseptin uudistajien verkkolehti on Toiminnan, kehityksen ja oppimisen tutkimusyksikkö CRADLE:n julkaisu, jonka numeroita toimittavat vuorotellen CRADLE:n, Työterveyslaitoksen ja Metropolia Ammattikorkeakoulun edustajat. Lehti julkaisee toimintakonsepteja ja liiketoimintamalleja sekä niiden kehittämistä ja uudistamista koskevia vertaisarvioituja artikkeleita, tutkimusselostuksia sekä kehittäjien ammatillisia puheenvuoroja ja katsauksia.

### **7. vuosikerran tuplanumeroa 1–2 koskevat julkaisutiedot**

Seuraavat tiedot koskevat vain Konsepti – Toimintakonseptin uudistajien verkkolehden tuplanumeroa: Konsepti – Toimintakonseptin uudistajien verkkolehti, 7 (1-2), 2012

Konsepti – Toimintakonseptin uudistajien verkkolehti, 7 (1-2), 2012 on julkaistu 10.3.2015 Helsingin yliopiston digitaalisessa arkistossa HELDA:ssa. Kyseinen tuplanumero julkaistiin alunperin 30.5.2012 Muutoslaboratorion verkkosivustolla, jonka ylläpito on myöhemmin päättynyt. Artikkelit, tutkimusselostukset ja haastatteluihin perustuvat artikkelit on julkaistu samansisältöisinä kuin alkuperäisessä verkkojulkaisussa lukuun ottamatta ylä- ja alaviitteiden sekä muuttuneiden ja viallisten verkkolinkkien korjausta. Edellä mainittujen muutoksien tekemisestä ja verkkolehden aineistojen toimittamisesta Helsingin yliopiston digitaaliseen arkistoon (HELDA) on vastannut Varpu Tissari.

### **7. vuosikerran tuplanumeron 1–2 toteutuneet arviointikäytännöt**

Tieteellisten artikkelien osalta noudatettiin sokkovertaisarviointia, jossa kaksi vertaisarvioijaa arvioi artikkelit ja esitti korjausehdotuksensa arviointilomakkeella. Joidenkin artikkelien saamat arviot poikkesivat toisistaan, joten päätoimittaja esitti vähimmäiskorjausvaatimukset ja muut muokkauspyynnöt ja -ehdotukset kirjoittajille. Tutkimusselostusten ja haastatteluiden osalta ei noudatettu vertaisarviointia. Päätoimittaja esitti yksityiskohtaiset korjauspyynnöt ja -ehdotukset kaikille artikkeleille. Lisäksi molemmat lehden toimittajat oikolukivat kaikki artikkelit, kommentoivat niitä ja tekivät niihin korjausehdotuksia. Kaikki artikkelit kävivät siten läpi useita korjauskierroksia.

### **Kirjoitusohjeet ja käsikirjoituspohja Konsepti-lehteen kirjoittaville**

[Konsepti-lehden kirjoitusohje](#)

[Konsepti-lehden käsikirjoituspohja](#)

# Tietomallintamisen käyttöönoton ongelmat rakennushankkeessa

Jenni Korpela  
CRADLE, Helsingin yliopisto  
jenni.korpela [att] helsinki.fi

*Tietomallintamisella tarkoitetaan rakennuksen kolmiulotteista suunnittelua siten, että rakennushankkeessa tarvittava tieto tallennetaan tietomalliin parametrimuotoisia objekteja käyttäen. Tietomallissa olevaa tietoa voidaan hyödyntää rakennushankkeen aikana eri tavoin.*

*Tässä artikkelissa tarkastellaan ongelmia ja haasteita, joita tietomallintamisen käyttöönotto aiheuttaa rakennushankkeen eri osapuolille. Lisäksi esitetään tulkinta toimintajärjestelmän hypoteettisista ristiriidoista, joita ongelmat ilmentävät. Tutkimuskohteina ovat keskisuomalainen rakennushanke ja sen toimijat. Tutkimusaineisto on hankittu haastattelemalla arkkitehtejä, rakennesuunnittelijoita, talotekniikkasuunnittelijoita, rakennuttajaa, urakoitsijoita ja työmaajohtoa sekä tietomalliasiantuntijoita.*

*Haastattelut kertoivat tietomallintamisen aiheuttamista ongelmista omassa työssä. Haastattelujen avulla analysoitiin tietomallintamisen aiheuttamia ristiriitoja arkkitehtien, rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijoiden toimintajärjestelmissä. Tässä artikkelissa käydään läpi näitä ristiriitoja toiminnan teorian näkökulmasta. Artikkelin lopussa esitetään millaisiin kehittämisehdotuksiin hankkeessa päädyttiin toiminnan uudistamiseksi.*

**Avainsanat:** rakennuksen tietomalli, rakennushanke, ristiriita, tietomallintaminen, toimintajärjestelmä

## 1 JOHDANTO

*Rakennuksen tietomallit voidaan määritellä sisältämänsä tiedon mukaan paikaksi, johon on koottu kaikki rakennusta koskeva informaatio (Howell & Batcheler, 2005, 1). Hietasen (2005, 28) mukaan tietomallit ovat uusi tapa tuottaa, jäsenellä ja välittää tietoa. Tietomallintamisella tarkoitetaan rakennuksen kolmiulotteista suunnittelua siten, että rakennushankkeessa tarvittava tieto tallennetaan tietomalliin parametrimuotoisia objekteja käyttäen. Tietomallintamiseen liittyy vahvasti mallin objektilähtöisyys.*

Objektien avulla tietokone voi käsitellä mallin tietoja rakennuksen osina, ei pelkästään viivoina tai geometrioina (Hietanen, 2005, 29). Eastmanin (2006, 2; ks. myös Eastman, Teicholz, Sacks & Liston, 2011, 19) mukaan perusideana on, että tietomallinnustyykalun objektit määritellään eri parametrien mukaan: osa määräytyy käyttäjän, osa objektien keskinäisten suhteiden mukaan. Parametrimäärittelyn vuoksi mallin tiedot ovat yhteydessä toisiinsa (Krygiel & Nies, 2008, 26).

Tietomallintaminen sinänsä on ollut esillä jo kauan, mutta se ei ole vielä levinnyt laajamittaiseksi käytännöksi rakennusalalla. Tietomallintamista hyödynnetään lähinnä isoissa kohteissa tai pilottihankkeissa. (Hellsten, 2010; Senaatti-kiinteistöt, 2011.) Kirjallisuudessa (mm. Eastman ym., 2011) nostetaan esille etenkin tietomallintamisen hyödyllisyys hankkeen alussa suunnitteluratkaisujen valinnassa ja kustannusten alentamisessa. Tietomallin käyttöönoton haasteina mainitaan muun muassa tietomallin omistuskysymykset ja juridiset asiat.

Käsillä oleva artikkeli pohjautuu Jenni Korpelan diplomityöhön (2011) tietomallintamisen hyödyistä ja sen käytön haasteista rakennushankkeessa. Diplomityössä verrataan hankeosapuolten näkemyksiä tietomallintamisen hyödyistä ja haasteista kirjallisuudessa esitettyihin hyötyihin ja haasteisiin. Lisäksi analysoidaan hankeosapuolten toimintajärjestelmissä ilmeneviä ristiriitoja. *Toimintajärjestelmällä* voidaan kuvata yksilön ja yhteisön toiminnan välistä suhdetta (Engeström, 1987, 78). *Ristiriidat* ovat toimintajärjestelmän sisälle ja eri toimintajärjestelmien välille keräytyneitä jännitteitä (Engeström, 2001, 137). Tässä artikkelissa selvitetään hankeosapuolten haastatteluiden perusteella haasteita tietomallintamisen käytölle ja paneudutaan suunnittelijoiden (eli arkkitehtien sekä rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijoiden) toimintajärjestelmien ristiriitoihin.

Tässä esitetty tutkimus osa Toiminnan, kehityksen ja oppimisen yksikön, CRADLE:n Rakentamisen tietomallintaminen -tutkimushanketta. Tutkimushanke liittyy RYM Oy:n SHOK-hankkeen PRE-ohjelman (*Built Environment Process Re-engineering Model Nova* -työpakettiin (*New Business Model based on Process Network and Building Information Model*). Työpaketin tavoitteena on vastata, tietomallinnushankkeiden ja rakennuksen elinkaaren aikaisiin kehitystarpeisiin. Esimerkiksi Mäki, Rajala ja Penttilä (2010) ovat aiemmin raportoineet näistä kehitystarpeista tutkiessaan tietomallintamista korjausrakentamisessa.

Tässä artikkelissa esitetyt tutkimustulokset toimivat lähtökohtana CRADLE:n tutkimusryhmän työlle *Model Nova* -hankkeessa. Tuloksia käytetään apuna seuraavien tutkimusvaiheiden suuntaamisessa ja tietomallinnushankkeiden kehittämisessä.

Tässä luvussa käydään seuraavaksi läpi kirjallisuudessa esiin tuotuja, tietomallintamisen käyttöön liittyviä ongelmia. Luvun lopussa tarkastellaan toimintajärjestelmän ja ristiriidan käsitteitä tukeutuen toiminnan teoriaan, joka toimii tutkimuksen teoreettisena viitekehyksenä.

### **Kirjallisuudessa esitetyt ongelmat tietomallintamisen käytössä**

Tietomallintamista koskevassa kirjallisuudessa esitetään lukuisia tietomallintamisen käyttöönottoon liittyviä ongelmia. Eastman ja hänen kollegansa (2011, 26-29) mainitsivat muun muassa yhteistyön ongelmat, jos hankkeen kaikki suunnittelijat eivät käytä tietomallintamista. Tällöin jonkun on rakennettava tietomalli paperisuunnitelmien pohjalta muiden käyttöön.

Tietomallin käyttöä voivat hankaloittaa myös juridiset kysymykset, kuten kysymys siitä, kuka omistaa mallit ja analyysit sekä kenen kuuluu maksaa niistä (Eastman ym., 2011, 26-29). Tiedon syöttäminen malliin vie aikaa, mikä voi lisätä työmäärää suunnitteluprosessissa. Syötettyä tietoa hyödyntävät usein eri tahot kuin sen tuottajat ja mallintajat, mikä johtaa siihen, että joudutaan keskustelemaan kustannusten korvaamisesta. (Azhar, Hein & Sketo, 2007, 3.) Ongelmallisia ovat myös vastuukysymykset, esimerkiksi kuka vastaa tietomalliin vietävästä tiedosta ja sen oikeellisuudesta (Rosenberg, 2007, 2).

Aikataulu- ja kustannustiedon liittäminen tietomalliin voi tuottaa ongelmia eri ohjelmistojen välillä, jos tiedot eivät siirry sujuvasti ohjelmasta toiseen. Jonkun on oltava vastuussa tiedon siirtymisestä ja virheettömyydestä. (Azhar ym., 2007, 3.)

Mäki, Rajala ja Penttilä (2010) ovat tutkineet tietomallintamisen hyötyjä ja haasteita korjausrakentamisessa. Tutkimus perustuu vuonna 2009 kerättyyn haastatteluaineistoon. Haastateltuja olivat korjausrakennushankkeiden osapuolet. Haastatellut toivat esiin erilaisia ongelmia tietomallintamisen käyttöön liittyen. Inventointimallia eli olemassa olevasta rakennuksesta tehtyä tietomallia ei pystytty korjauskohteissa laatimaan aina riittävän tarkasti. Lisäksi tietomallista tuotettujen piirustusten laatu ei vastannut totuttua. Tietomallinnushankkeiden suunnitteluaikataulut koettiin liian

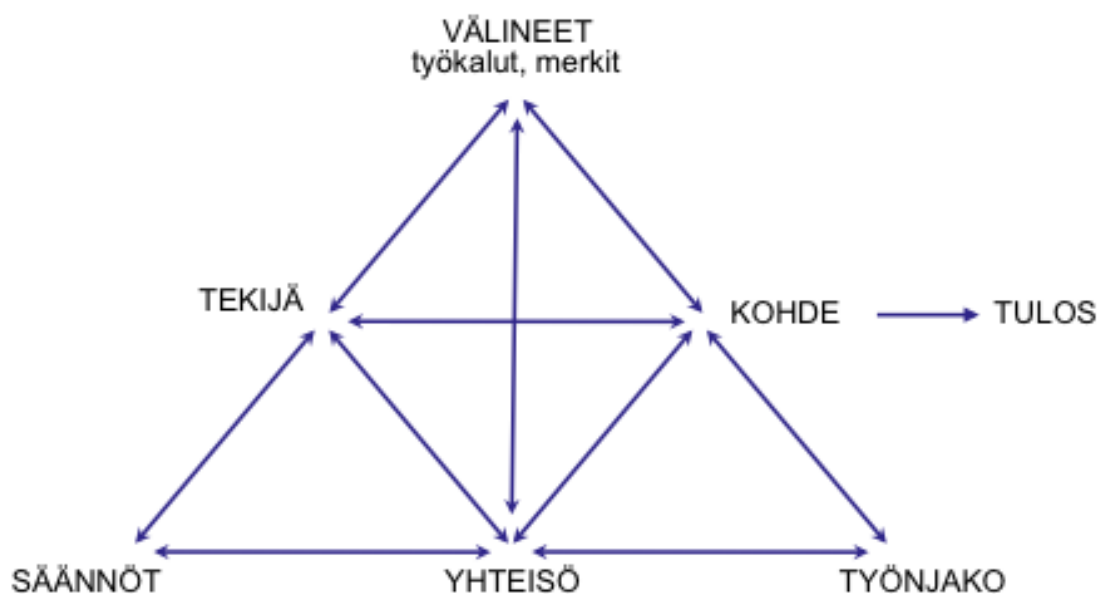
kireiksi. Mallin tiedostokoot olivat isoja, eivätkä ohjelmat aina toimineet kunnolla. Myös tietomallinnushankkeiden koordinointi nähtiin haastavana ja siihen kaivattiin aiempaa ammattimaisempaa otetta. Hankkeen sisällä tietomallintamisen koettiin kyllä parantavan ja lisäävän yhteistyötä, mutta toisaalta virheiden näkyvä esilletulo saattoi aiheuttaa ongelmia henkilöiden välillä. (Mäki ym., 2010, 22-27.)

Suurina haasteina koettiin myös tietomallintamisen osaaminen sekä asenteet mallintamista kohtaan. Osaamista ei koettu olevan vielä riittävästi, ja asenteet tietomalleja kohtaan nähtiin osittain negatiivisina. Haastatteluissa tuli esiin myös epäilyjä siitä, onko tietomallintamisesta hankkeelle todella hyötyä, ja alentaako se esimerkiksi kustannuksia. Haastatellut kaipasivat enemmän konkreettisia todisteita tietomallintamisen hyödyistä rakennushankkeessa. (Mäki ym., 2010, 22-27.)

### **Toimintajärjestelmä ja ristiriidat**

Tässä tutkimuksessa tietomallintamisen käyttöönotossa ilmenneitä ongelmia tarkasteltiin toiminnan teorian (Vygotsky, 1978; Engeström, 1987) avulla. Toiminnan teoriaa on käytetty esimerkiksi teknologian käyttöönottoa koskevassa tutkimuksessa (mm. Hyy-salo, 2004; Hasu, 2001). Rakennusalan tutkimuksessa toiminnanteoreettista lähestymistapaa tai kehittävän työntutkimuksen menetelmiä sen sijaan on käytetty hyvin vähän. Tässä Rakentamisen tietomallintaminen -tutkimushankkeessa CRADLE:n tutkimusryhmän kiinnostuksen kohteena ovat tietomallintamisen aiheuttamat toiminnan muutokset.

Engeströmin (1987, 78) esittämällä toimintajärjestelmän mallilla voidaan kuvata yksilön ja yhteisön toiminnan välistä suhdetta. Toimintajärjestelmässä tekijänä voi olla yksittäinen työntekijä tai ryhmä. Yhteisö tarkoittaa kaikkia niitä toimijoita, jotka jakavat saman kohteen. (Engeström, 1998, 41-48.) Esimerkiksi samassa rakennushankkeessa toimivat eri alojen suunnittelijat, urakoitsijat ja rakennuttaja muodostavat yhteisön. Rakennustoimintaa voidaan käsitellä myös toimintajärjestelmien verkkona, jossa eri osapuolten toimintajärjestelmät kohtaavat ja vaikuttavat toisiinsa (Engeström, 2001, 136).

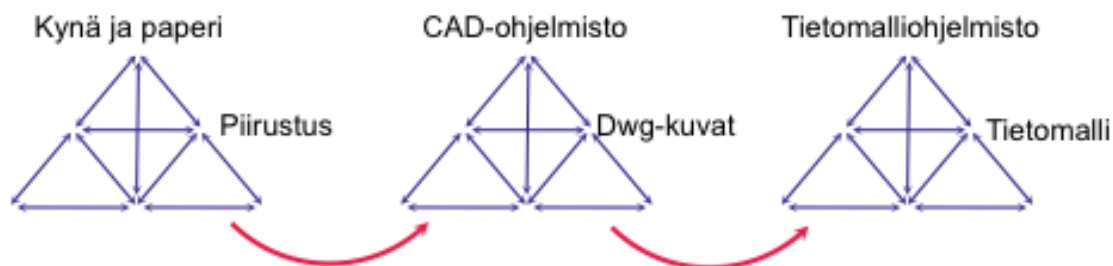


**Kuvio 1.** Toimintajärjestelmän rakenne (Engeström 1987, 78; suomennos kirjoittajan)

Toimintajärjestelmien verkossa esimerkiksi suunnittelijan toiminta on suunnittelu-toimintaa. Rakennuksen tietomalli ilmentää suunnittelijalla toiminnan yhteiskunnallista motiivia ja toimii suunnittelutoiminnan kohteena. Tietomallin voidaan nähdä kuitenkin toimivan myös suunnittelijoiden välineenä heidän tehdessään suunnittelutyötä. Tässä tutkimuksessa tietomallia tarkastellaan suunnittelijoiden toiminnan kohteena.

Toimintajärjestelmässä tekijän ja kohteen välillä ovat välineet. Tekijän ja yhteisön toimintaa määrittävät säännöt. (Engeström, 1998, 41-48.) Esimerkiksi rakennushankkeessa sääntöinä toimivat hankkeen aikataulu ja budjetti, joita toimijoiden on noudatettava. Kohteen ja yhteisön välillä vaikuttaa työnjako, joka viittaa tehtävien, päätösvallan ja etujen jakautumiseen tekijän ja yhteisön eri jäsenten kesken (Engeström, 1998, 41-48).

Teknologian kehittyminen muuttaa väistämättä rakennushankkeen osapuolten toimintaa. Tämä näkyy selvästi muun muassa suunnittelijoiden toiminnassa, jossa välineiden kehittyminen on muuttanut myös toiminnan kohdetta (kuviot 2). Kynällä ja paperilla tehty suunnittelu muuttui tietokoneiden yleistyessä tietokoneavusteiseksi suunnitteluksi, jolloin toiminnan kohteeksi muodostuivat dwg-tiedostomuodossa olevat sähköiset piirustukset. Nyt tietomallinnusohjelmistojen avulla voidaan laatia tietomalleja, jotka sisältävät sähköisessä muodossa piirustusten lisäksi rakennushankkeissa tarvittavan tiedon muun muassa materiaaleista ja rakenteista.



**Kuvio 2.** Suunnittelijan välineen ja kohteen muuttuminen (Korpela, 2011)

Toimintajärjestelmässä tapahtunut muutos voi ilmetä toiminnassa esiintyvänä häiriönä, joiden taustalla on muutoksen aiheuttamia ristiriitoja. Ristiriidoilla on keskeinen rooli toimintajärjestelmän muutoksen ja kehityksen lähtökohtana. (Engeström, 2001, 137.) Esimerkiksi tietomallinnushankkeissa ristiriitoja voi aiheuttaa suunnittelun kohteen muuttuminen 2D-suunnitelmista tietomalliksi. Tietomallintaminen muuttaa suunnittelua etupainotteisemmaksi, mikä voi aiheuttaa ristiriitoja suunnitteluajataulun kanssa, jollei etupainotteisuutta oteta huomioon aikataulussa. Näiden ristiriitojen ratkaiseminen vaatii vallitsevien työkäytäntöjen analyysia (Engeström, 2004, 61-62). Analyysissa pyritään tunnistamaan olemassa olevat häiriöt, niiden taustalla vaikuttavat ristiriidat ja luomaan ensimmäiset uudet ratkaisuehdotukset toimintajärjestelmän kehittämiseksi (Engeström, 2004, 62; Engeström, 1998, 89-92).

Tietomallintaminen on muuttanut rakennushankkeen osapuolten, erityisesti suunnittelijoiden (eli arkkitehtien sekä rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijoiden), toimintaa. Hankeosapuolia haastatteleamalla voidaan selvittää, mitä ongelmia eri osapuolet kokevat tietomallintamisen käytössä olevan. Tämän artikkelin tutkimuskysymyksenä on, millaisia ongelmia tietomallintamisen käytössä ilmenee rakennushankkeen osapuolten mukaan ja mitkä ristiriidat suunnittelijoiden toimintajärjestelmien elementtien välillä voisivat selittää rakennushankkeessa ilmeneviä ongelmia?

Luvussa kaksi esitetään tutkimusaineiston keruu- ja analyysimenetelmät. Luvussa kolme esitetään haastatteluanalyysin perusteella tunnistetut keskeisimmät ongelmat tietomallintamisen käytössä. Tutkimusaineisto koostuu haastatteluista, joten niiden perusteella ei voida suoraan päätellä toiminnassa esiin tulevia häiriöitä. Haastatteluaineiston analyysissä esiin nousseita ongelmia käytetään kuitenkin apuna etsittäessä ongelmien taustalla olevia hypoteettisia ristiriitoja. Luvussa neljä esitetään tulkinta näitä



ongelmia ilmentävistä toimintajärjestelmän elementtien välisistä ristiriidoista. Tulosten perusteella voidaan suunnata CRADLE:n tutkimusryhmän tutkimusta Rakentamisen tietomallintaminen -hankkeessa.

## **2 TUTKIMUSAINEISTON KERUU- JA ANALYYSIMENETELMÄT**

Tietomallintamisen hyötyjä ja haasteita rakennushankkeessa selvitettiin haastattelemalla tietomallinnushankkeessa työskenteleviä ihmisiä. Tapaustutkimus sopii hyvin tutkimukseen, jossa pyritään luomaan syvälinen kuva tutkittavasta asiasta tai ilmiöstä (Yin, 1994, 1-3). Tämä tutkimustapa soveltuu CRADLE:n tietomallintamisen tutkimukselle, jossa kiinnostuksen kohteena on toiminnan muutos tietomallinnushankkeissa. Valittu hanke sopi tutkimuskohteeksi, sillä kaikki suunnittelijat (eli arkkitehdit sekä rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijat) käyttivät tietomallintamista ja suunniteltava kohde haasteellisuudessaan nosti esiin suunnittelutyössä ilmeneviä ongelmia. Haastateltavaksi valittiin 20 hankkeen rakennus- ja suunnitteluvaiheessa keskeisissä tehtävissä toimivaa henkilöä. Haastateltaviksi valittiin rakennuttajan edustajia (N=2), hankkeen tietomalliasiantuntijoita (N=2), arkkitehtejä (N=4), rakennesuunnittelijoita (N=2) ja talotekniikkasuunnittelijoita (N=3), urakoitsijan edustajia (N=2) ja talotekniikkaurakoitsijan edustajia (N=1) sekä työmaajohdon edustajia (N=4).

Tutkimusaineisto kerättiin puolistrukturoiduilla teemahaastatteluilla (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2009, 56; Hirsjärvi & Hurme, 2001, 47). Haastattelukysymyksiä muunneltiin haastateltavan mukaan. Teemahaastattelussa vastaajan puhe teemojen ympärillä on varsin vapaata, jotta kukin haastateltava saisi parhaiten tuotua esiin juuri oman näkemyksensä ja tietämyksensä asiasta (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2009, 56; Hirsjärvi & Hurme, 2001, 47).

Haastattelukysymyksiin kuuluivat taustatietokysymykset, kysymykset haastateltavan tärkeimmistä yhteistyökumppaneista ja tietomallintamisen käytöstä sekä haastateltavan mielipiteet tietomallintamisen hyödyistä omissa työtehtävissään, tietomallintamisen käytön vaikeuksista ja esteistä sekä parannusehdotuksista.

Haastattelut tehtiin pääosin parityönä, jolloin toinen toimi päähaastattelijana ja toinen teki muistiinpanoja sekä esitti tarkentavia kysymyksiä. Näin haastatteluissa esiin nousseita teemoja voitiin selventää heti haastattelutilanteessa. Kahdessa haastattelussa haastattelijoita oli kolme ja yhdessä yksi. Kirjoittaja oli itse paikalla 19 haastattelussa.

Haastatteluaineisto äänitettiin ja äänitteet litteroitiin. Haastatteluaineistoa syntyi yhteensä 23 tuntia.

### **Aineiston käsittely**

Aineiston analysointi tietomallintamisen käytön ongelmien selvittämiseksi tehtiin aineistolähtöisesti. Aineistolähtöisessä analyysissä tutkija ei määrää ennalta, mitkä ovat tärkeitä havaintoja, vaan analyysissä edetään yksittäisistä havainnoista yleisempiin väitteisiin (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2009, 4-6). Aineistosta nousseita ongelmia käytettiin apuna luotaessa hypoteesia mahdollisista toimintajärjestelmän osien välisistä ristiriidoista (Engeström, 2004, 62; Engeström, 1998, 89-92). Itse toimintajärjestelmän rakenne perustui haastateltavien kuvaukseen työstään ja tutkijan näkemykseen rakennushankkeen toiminnasta ja käytännöistä.

Tutkimusaineistoa käsiteltiin laadullisen tutkimuksen näkökulmasta. Vaikka analyysissä käytettiin myös määrällisiä elementtejä, tulkinnan keskiössä olivat kuitenkin merkitykset ja ilmiöt. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2009, 4-6.)

Itse analyysi aloitettiin lukemalla litteroitu aineisto huolellisesti läpi moneen kertaan. Aineistoon perehtymisen jälkeen tutkija järjesteli aineiston käyttäen apunaan laadulliseen analyysiin soveltuvaa ATLAS.ti-ohjelmaa. Ohjelman avulla on mahdollista tutkia ja vertailla sekä luokitella aineistoa eri tavoilla.

Analysoinnin aikana litteraateista poimittiin haastateltavan mainitsemat ongelmat tietomallintamisen käytössä. Ne merkittiin litteraattiin aineistolähtöisellä luokittelulla, ns. koodilla (Turunen & Ruohomäki, 2001). Koodit nimettiin aineistoa mahdollisimman hyvin kuvaaviksi, yleensä aineistosta poimituilla termeillä. Mainintoja ei tässä vaiheessa yritetty luokitella liian tiukasti. Ongelmista kertovia mainintoja hyödynnettiin ristiriitojen löytämisessä ja niiden tulkitsemisessa. Ongelmia koskevia koodoja syntyi yhteensä 40 kappaletta.

Samankaltaiset koodit järjestettiin aluksi sopiviksi ryhmiksi. Ryhmän sisältämä aineisto luettiin läpi, ja lopullinen jako analyysissä käsiteltäviksi kokonaisuuksiksi eli koodiperheiksi (ks. Turunen & Ruohomäki, 2001) tehtiin uudelleen yhdistelemällä ja hajottamalla pienempiä ryhmiä puhuntojen sisällön perusteella. Ongelmista luotiin seitsemän koodiperhettä.

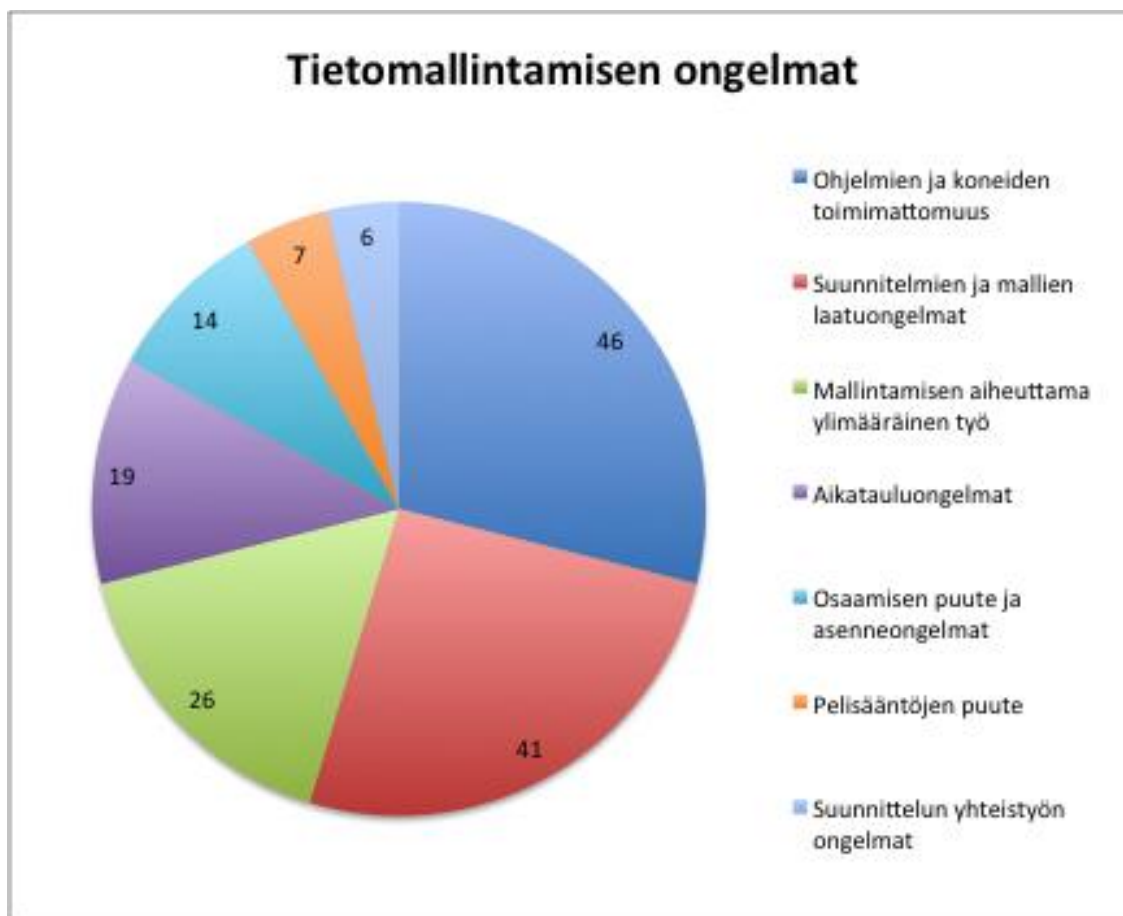
Tutkimuksen tulokset esitettiin tutkitun rakennushankkeen osapuolille sekä *Model Nova* -ryhmän yrityksille. Läsnaölleiden mielestä tulokset kuvasivat rakennushanketta ja sen ongelmia. Tulosten perusteella keskusteltiin seuraaviin kohteisiin liittyvän toiminnan kehittämisestä. Seuraavassa luvussa esitetään eri ongelmaryhmät ja niiden sisältö. Lisäksi esitetään ongelmat hankeosapuolten näkökulmasta.

### **3 TIETOMALLINTAMISEN KÄYTÖSSÄ ILMENNEET ONGELMAT**

Haastattelujen perusteella tietomallintamisen ongelmia olivat ohjelmien ja koneiden toimimattomuus, suunnitelmien ja mallien laatuongelmat, mallintamisen aiheuttama ylimääräinen työ, aikatauluongelmat, asenne- ja osaamisongelmat, pelisääntöjen puute ja suunnittelun yhteistyön ongelmat. Ongelmat ja niihin viittaavien mainintojen lukumäärät on esitetty kuviossa 3.

Maininnat ohjelmien ja koneiden toimimattomuudesta koskivat pääasiassa sitä, että tietomallinnusohjelmat olivat tietokoneille liian raskaita pyörittää. Lisäksi haastatellut osapuolet puhuivat siitä, miten pienten yksityiskohtien suunnitteluun olisi mallintamalla mennyt suhteettoman paljon aikaa. Tekniset rajoitukset estivät esimerkiksi rakennesuunnittelijoita hyödyntämästä toisen suunnittelijan tietomallia omassa mallissaan. Haastatellut puhuivat myös siitä, miten tietomallinnusohjelma tuntui laskevan esimerkiksi määrä- tai reikä tietoja epäselvällä laskentalogiikalla, jolloin he eivät voineet täysin luottaa tuloksiin.

Haastatteluissa tuli esiin toiseksi eniten mainintoja suunnitelmien ja mallien laatuongelmista. Työmaalle tulevat suunnitelmat olivat virheellisiä ja puutteellisia. Lisäksi suunnitelmiin tuli paljon muutoksia, jotka vaikeuttivat paitsi rakentamista, myös muiden suunnittelijoiden työtä. Ongelmana koettiin myös se, että suunnittelijoiden tietomalleista koottua yhdistelmämallia päivitettiin liian harvoin. Työmaalle toimitetut suunnitelmat ja projektipankissa olevat tietomallit erosivat tällöin toisistaan, mikä aiheutti epäselvyyttä rakentamiseen. Suunnittelijoiden näkökulmasta työmaajohto odotti malleilta liikaa. Suunnittelijoiden mielestä täydellisen virheettömän ja tarkan tietomallin tuottaminen olisi työlästä ja aikaavievää, käytännössä mahdotonta.



**Kuvio 3.** Tietomallintamisen ongelmat ja niihin viittaavien mainintojen lukumäärät (Korpela, 2011)

Suunnitelmien tarkastusprosessin koettiin olevan puutteellinen. Yhdistelmämallia ei hyödynnetty eri suunnittelualueiden yhteensovittamisessa tarpeeksi ja virheet suunnitelmissa huomattiin liian myöhään.

Etenkin suunnittelijat mainitsivat tietomallintamisen aiheuttavan ylimääräistä työtä. Mallintamisen koettiin olevan hitaampaa kuin perinteisen suunnittelun. Mallintamalla suunnitelmat tehtiin tarkemmiksi ja suunnittelu vietiin pidemmälle, mikä vei enemmän aikaa. Myös muutosten tekeminen malliin koettiin työlääksi, sillä mallia piti purkaa ja rakentaa uudestaan. Lisäksi etenkin arkkitehdit kokivat tietomallintamisen tuovan mukanaan töitä, jotka eivät suoranaisesti kuuluneet heidän toimenkuvaansa. Tietomallin objekteihin piti syöttää tietoja muiden hankeosapuolten tarpeita varten. Lisäksi jouduttiin mallintamaan rakenteita, joita arkkitehtisuunnitelmien takia ei tarvitsisi mallintaa, tai perinteisessä suunnittelussa sen tekisi joku muu. Myös tietomallinnusohjelmien korjaaminen vei aikaa varsinaiselta suunnittelutyöltä.

Haastatellut mainitsivat ongelmaksi kireän suunnitteluajataulun. Suunnitteluun oli varattu liian vähän aikaa, ja kiireessä suunnitelmien laatu kärsi. Ajatauluongelmat heijastuivat myös hankintoihin ja työmaalle. Syiksi ajatauluongelmiin mainittiin tilaajan asettama tiukka aikataulu ja viranomaistyöskentelyn hitaus. Esimerkiksi rakennuslupaprosessi kesti kauemmin kuin mihin oli varauduttu.

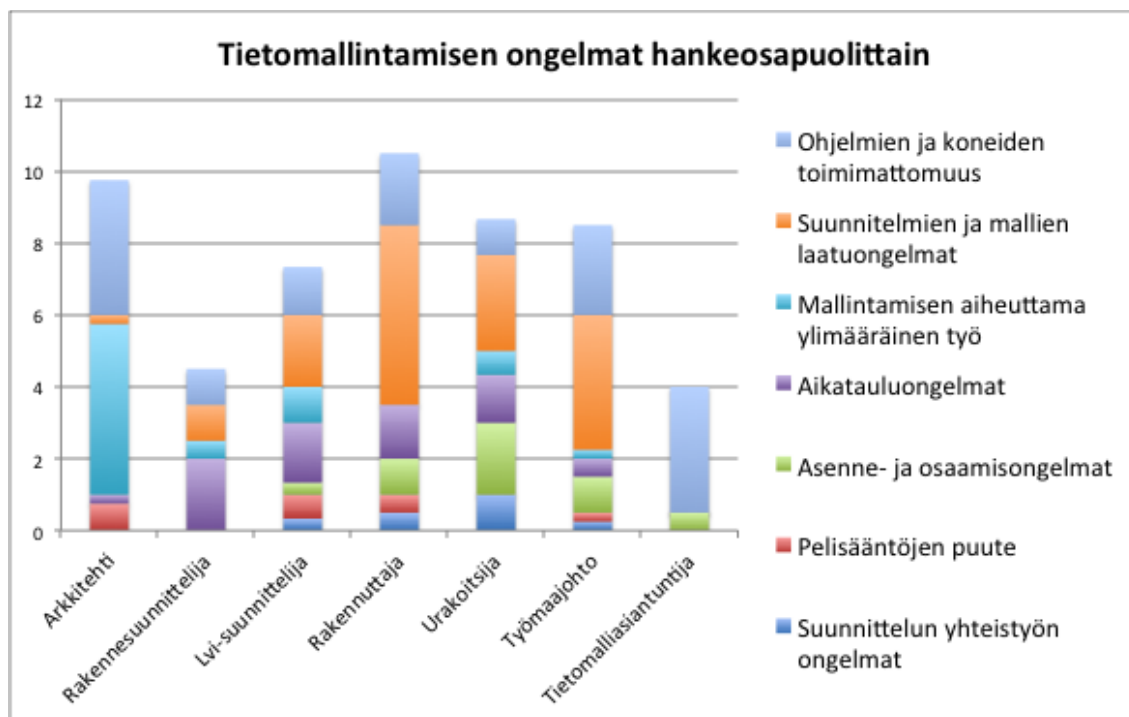
Haastatteluissa mainittiin asenne- ja osaamisongelmat. Urakoitsijat kokivat tietomallintamisen opetteluun vaikeaksi, eikä työmaalla hankkeen alussa kukaan osannut käyttää tietomalliohjelmistoja. Haastatellut kokivat, että osa urakoitsijoista suhtautui mallien käytön opetteluun nihkeästi. Yleisesti tietomallintaminen koettiin kuitenkin hyödylliseksi hankkeen kannalta ja myös tietomalleja käyttämättömät henkilöt näkivät niiden hyödyt.

Pelissäntöjen puute ja suunnittelun yhteistyön ongelmat mainittiin haastatteluissa. Haastatellut mainitsivat ongelmaksi, että mallien tietosisällöstä ei oltu sovittu riittävällä tarkkuudella hankkeen alussa ja suunnittelijoiden välisessä tiedonkulussa oli ongelmia.

### **Tietomallintamisen ongelmat hankeosapuolittain**

Kuviossa 4 on esitetty tietomallintamisen ongelmat hankeosapuolittain. Maininnat ongelmista on suhteutettu hankeosapuolten haastateltavien määrään siten, että kukin pylväs kuvaa mainintojen määrän yhtä haastateltavaa kohden. Haastatteluiden perusteella hankeosapuolet kokivat eri asiat ongelmallisiksi. Eniten ongelmista puhuivat arkkitehdit ja rakennuttaja. Vähiten ongelmia mainitsivat tietomalliasiantuntijat ja rakennesuunnittelijat.

Arkkitehdit esittivät eniten mainintoja mallintamisen aiheuttamasta ylimääräisestä työstä. Rakennushankkeessa tarvittavien tietojen syöttäminen tietomalliin koettiin varsinaiseen suunnittelutyöhön kuulumattomaksi. Aikaa kului myös tietomalliohjelmien korjaamiseen ja perinteistä tarkempaan suunnitteluun. Toisena ongelmana arkkitehdit nostivat esiin ohjelmien ja koneiden toimimattomuuden. Tietomallien tiedostokoot olivat niin suuria, että tietokoneiden tehot eivät riittäneet. Lisäksi ohjelman koettiin toimivan epäloogisesti ja jopa rajoittavan suunnittelua.



**Kuvio 4.** Tietomallintamisen ongelmat hankeosapuolittain. Maininnat on suhteutettu siten, että kukin pylväs kuvaa mainintojen määrän yhtä haastateltavaa kohden. (Korpela, 2011)

Arkkitehdit eivät juuri puhuneet aikatauluongelmista. Rakennesuunnittelijoiden ongelmamaininnoista kuitenkin lähes puolet koski aikatauluongelmia, ja talotekniikkasuunnittelijatkin mainitsivat aikatauluongelmat toiseksi useiten. Aikataulupaineet näyttävätkin kasautuvan arkkitehtien suunnitteluvaiheen jälkeen muille suunnittelijoille.

Rakennesuunnittelijoiden haastatteluissa aikatauluongelmien lisäksi nousivat esiin ongelmat ohjelmistojen toimivuudessa sekä suunnitelmien ja mallien laadussa. Rakennesuunnittelijoiden omaan työhönsä tarvitsemat lähtötiedot olivat puutteellisia tai he saivat ne liian myöhään.

Talotekniikkasuunnittelijat mainitsivat haastatteluissaan kaikki ongelmatyypit, eikä mikään noussut selvästi yli muiden. Suunnitelmien ja mallien laatuongelmista talotekniikkasuunnittelijat mainitsivat erityisesti useat suunnitelmamuutokset, jotka vaikeuttivat suunnittelutyötä. Talotekniikkasuunnittelijat, samoin kuin arkkitehdit, puhuivat myös yleisten pelisääntöjen puutteesta ja siitä, ettei mallin tietosisällöstä ollut sovittu riittävän tarkasti. Talotekniikkasuunnittelijoille tuli yllätyksenä, että mallia

käytettiin monipuolisesti työmaalla muun muassa määrälaskentaan ja aikataulusuunniteluun. Uudet käyttötarkoitukset vaativat tietomalleilta aiempaa parempaa tarkkuutta.

Rakennuttajan edustajat puhuivat eniten suunnitelmien ja mallien laatuongelmista. Haastatteluissa tuli esiin etenkin suunnitelmien tarkastusprosessin puutteellisuus. Vaikka eri suunnittelualojen tietomalleista laadittiin yhdistelmämalli ja siitä tehtiin törmäystarkasteluja, mallien virheitä ja puutteita ei korjattu ja virheelliset suunnitelmat ja mallit pääsivät työmaalle asti. Virheelliset ja puutteelliset suunnitelmat tulivat siksi myös työmaajohdon haastatteluissa voimakkaasti esiin.

Myös urakoitsijat mainitsivat haastatteluissa suunnitelmien ja mallien laatuongelmat. Lisäksi urakoitsijat kokivat, etteivät he osanneet käyttää tietomalleja tarpeeksi hyvin. Asenne- ja osaamisongelmat tulivat esiin myös työmaajohdon ja rakennuttajien haastatteluissa, joissa mainittiin muutamien urakoitsijoiden kielteinen asenne mallien ja ohjelmistojen käytön opettelua kohtaan.

Tietomalliasiantuntijoiden haastatteluissa eniten mainituiksi tulivat ohjelmien ja koneiden toimimattomuuden ongelmat. Koska tietomalliasiantuntijoiden tehtävänä hankkeessa oli yhdistelmämallin tekemisen lisäksi muun muassa auttaa työmaajohtoa tietomallien käytössä ja teknisissä asioissa, haastatteluissa korostuivat nimenomaan tietotekniset ongelmat. Ongelmat ohjelmien ja koneiden toimimattomuudessa tulivat esiin kaikkien hankeosapuolten haastatteluissa.

#### **4 RISTIRIIDAT SUUNNITTELIJOIDEN TOIMINTAJÄRJESTELMISSÄ**

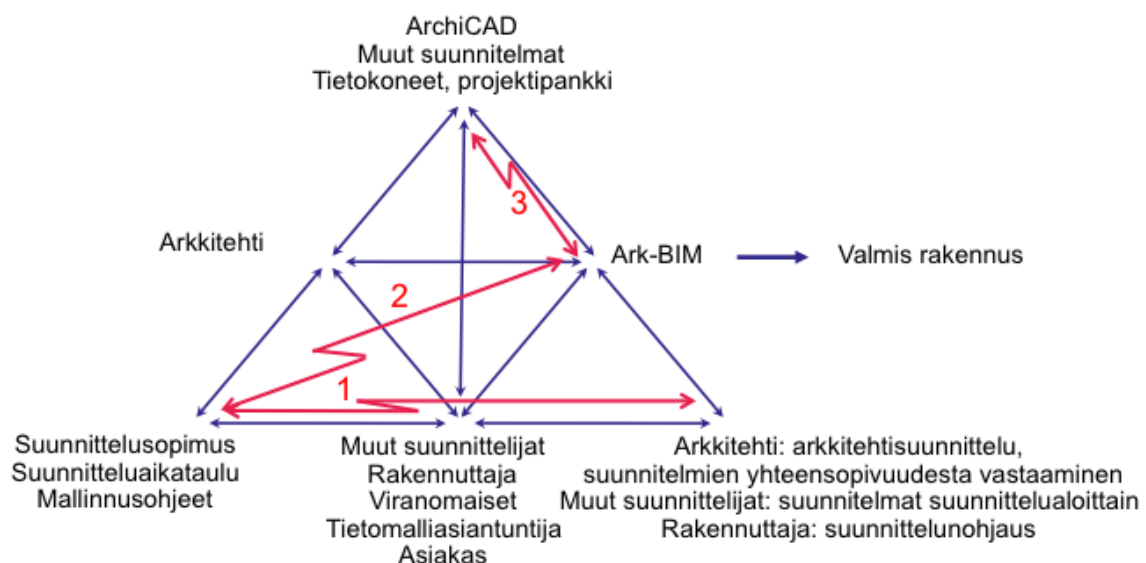
Edellisessä luvussa raportoituja hankeosapuolten ongelmia käytettiin apuna selvittäessä hypoteettisia ristiriitoja suunnittelijoiden toimintajärjestelmissä. Tässä luvussa käydään läpi eri suunnittelijoiden (eli arkkitehtien sekä rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijoiden) toimintajärjestelmät ja ongelmien taustalla olevia mahdollisia ristiriitoja sekä selvitetään ristiriitojen vaikutuksia koko hankkeeseen.

##### **Arkkitehdit**

Kuviossa 5 on esitetty arkkitehdin toimintajärjestelmä. Toiminnan kohteena on arkkitehdin tietomalli (Ark-BIM) ja tuloksena hankkeessa valmistuva rakennus. Suunnittelijoiden toiminnassa tietomalli toimii osin myös välineenä, mutta tässä

tutkimuksessa suunnittelijoiden tietomalleja käsitellään suunnittelijoiden toiminnan kohteena. Työmaajohdolle ja urakoitsijalle suunnittelijan toiminnan kohteena oleva tietomalli toimii välineenä.

Arkkitehdin välineitä ovat esimerkiksi suunnittelutyössä tarvittavat ohjelmistot, tietokoneet ja muut laitteet sekä suunnittelun tarkentuessa muiden suunnittelualojen suunnitelmat. Sääntöinä toimivat esimerkiksi hankkeen suunnitteluajakataulu, arkkitehtisuunnittelusta tehty sopimus liitteineen ja hankkeen mallinnusohjeet. Arkkitehdin yhteisöön kuuluvat muun muassa muut suunnittelijat, rakennuttaja, rakennuslupaviranomaiset sekä kaupungin edustajat, joiden kanssa arkkitehti neuvottelee suunnitteluratkaisuista. Työnjako arkkitehdin ja muiden suunnittelijoiden välillä on kuvattu muun muassa suunnittelijoiden tehtäväluetteloissa, konsulttialan sopimusehdoissa (KSE) sekä hankekohtaisissa sopimuksissa. Tyypillisesti arkkitehdin ja tässä tapauksessa pääsuunnittelijan tehtäviin kuuluvat arkkitehtisuunnittelu ja suunnitelmien yhteensopivuudesta vastaaminen.



**Kuvio 5.** Arkkitehdin toimintajärjestelmä ja siinä ilmenevät ristiriidat. 1. Ristiriita muuttuneen työnsisällön ja sovitun suunnittelupalkkion välillä. 2. Ristiriita muuttuneen kohteen ja perinteisen suunnitteluajakataulun välillä. 3. Ristiriita tietomallinnusohjelman rajoittuneisuuden ja kohteena olevan arkkitehdin tietomallin välillä.

Haastatteluissa ilmaistujen ongelmien perusteella hypoteettisia ristiriitoja arkkitehtien toimintajärjestelmässä vaikuttaisivat olevan:



1. ristiriita muuttuneen työnsisällön ja sovitun suunnittelupalkkion välillä
2. ristiriita muuttuneen kohteen ja perinteisen suunnitteluaiakataulun välillä
3. ristiriita tietomallinnusohjelman rajoittuneisuuden ja kohteena olevan arkkitehdin tietomallin välillä.

Haastatteluiden perusteella arkkitehdit kokivat, että tietomallin saattaminen kaikkia hyödyttävään muotoon teetti heillä paljon työtä eikä tätä työmäärää oltu otettu huomioon suunnittelupalkkiosta sovittaessa (ristiriita 1). Esitetyissä aineistoesimerkeissä on merkitty hakasulkeisiin tutkijan tulkinta sanoista, joihin tutkija olettaa haastateltujen viittaavan.

*”[Urakoitsija ja työmaa] ottaa sieltä noita määriä, siihen piti olla, että kaikki on tietyllä tasolla ja nimetty tavallaan tietyllä tavalla...me ikään ku hiukan tavallaan [tehdään] ekstraa, koska mehän ei ite ei niitä määriä tarvita... Plus sitten [LVI-suunnittelijat] ku he tekee tämmöstä olosuhdesimulointia siinä, niin heiltä tuli semmonen, että nää tilat pitää mallintaa tietyllä tavalla. Niin se mikä teettää meille sen tietyn ekstratyön.”* (Arkkitehti 4)

Lisäksi arkkitehdit puhuivat siitä, kuinka muutosten tekeminen tietomalliin vei enemmän aikaa kuin perinteisiin suunnitelmiin. Hankkeen suunnitteluaiakataulu oli kuitenkin mitoitettu perinteisen suunnittelun mukaan. Tämä näyttäisi kuvastavan ristiriitaa ohjelmien ja suunnitteluaiakataulun välillä (ristiriita 2).

*”Meil on perinteiseen tapaan se tyyppikuva mistä me oltas muutettu siihen. Nyt meidän pitää käydä joku luokka läpi muuttamassa ne sinne.”* (Arkkitehti 4)

Haastatteluissa esiin tullut puhe ohjelmien toimimattomuudesta vaikuttaisi ilmentävän ristiriitaa välineenä olevan tietomallinnusohjelman ja kohteena olevan arkkitehdin tietomallin välillä (ristiriita 3), sillä ohjelman koettiin rajoittavan suunnitelmien laatimista.

*”Ohjelma voi myös rajoittaa, että joitain asioita ei, tai on hyvin hankala mallintaa. Jos on joku monimutkainen asia, joka taipuu moneen suuntaan ja jossa on paljon erilaisia pintoja.”* (Arkkitehti 1)

Haastatteluissa tuli esiin myös ongelma suunnittelun tarkkuuden ja tietomallin työmaakäytön välillä. Työmaajohto odotti tietomallin olevan tarkempi kuin arkkitehdit olivat mallintaneet. Arkkitehdit puhuivat myös dilemmasta suunnitteluaiakataulun ja

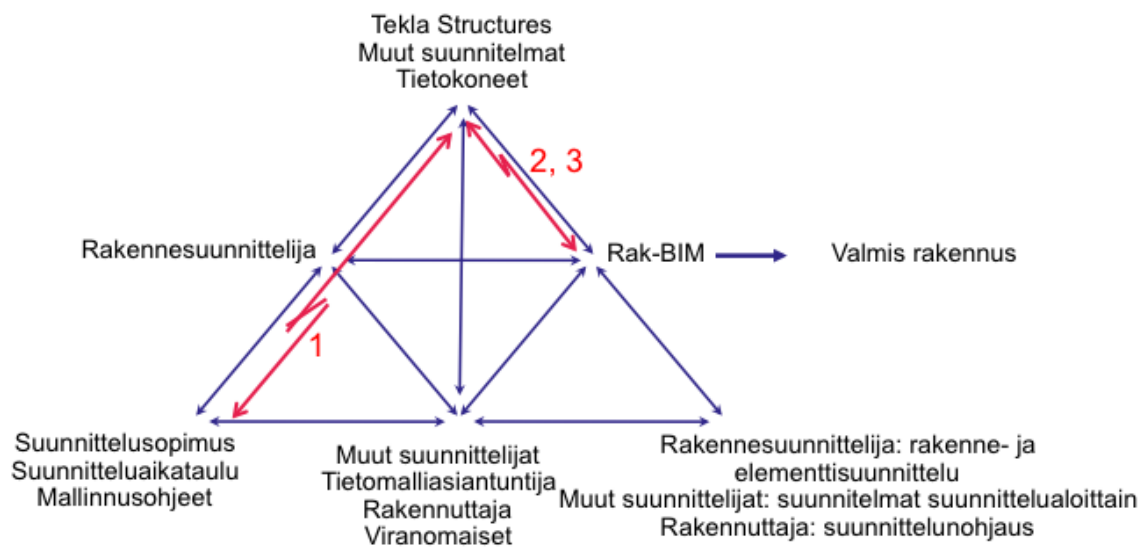
suunnitelmien laadun välillä. Mallintaminen vei aikaa, joten aikataulussa pysymiseksi oli tingittävä suunnitelmien laadusta, tai muutoin tuli hyväksyä että suunnitelmat valmistuvat myöhässä.

### **Rakennesuunnittelijat**

Rakennesuunnittelijan toimintajärjestelmä on esitetty kuviossa 6. Rakennesuunnittelijan toiminnan kohde on rakennemalli (Rak-BIM) ja tuloksena on valmis rakennus. Välineitä ovat muun muassa suunnittelutyössä tarvittavat ohjelmistot, tietokoneet ja muut laitteet sekä muiden suunnittelualojen suunnitelmat. Sääntöinä ovat esimerkiksi hankkeen suunnittelu-aikataulu, rakennesuunnittelusta tehty sopimus liitteineen ja hankkeen mallinnusohjeet. Rakennesuunnittelijan yhteisö koostuu muun muassa muista suunnittelijoista, rakennuttajasta ja viranomaisista. Työnjako rakennesuunnittelijan ja muiden suunnittelijoiden välillä on kuvattu muun muassa suunnittelijoiden tehtävälueteloissa, konsulttialan sopimusehdoissa (KSE) sekä hankekohtaisissa sopimuksissa. Rakennesuunnittelijan tehtäviin kuuluu rakennesuunnittelu ja tässä hankkeessa elementtisuunnittelu.

Rakennesuunnittelijoiden haastatteluissa ilmaistujen ongelmien perusteella voidaan luoda hypoteesi seuraavista ristiriidoista:

1. ristiriita kireän suunnittelu-aikataulun ja lähtötietoina käytettävien, myöhässä olevien arkkitehtisuunnitelmien välillä
2. ristiriita puutteellisten arkkitehtisuunnitelmien ja kohteena olevan rakennemallin välillä
3. ristiriita toimimattoman ohjelman ja kohteena olevan rakennemallin välillä.



**Kuvio 6.** Rakennesuunnittelijan toimintajärjestelmä ja siinä ilmenevät ristiriidat. 1. Ristiriita kireän suunnitteluaiakataulun ja lähtötietoina käytettävien ja myöhässä olevien arkkitehtisuunnitelmien välillä. 2. Ristiriita puutteellisten olevien arkkitehtisuunnitelmien ja kohteena olevan rakennemallin välillä. 3. Ristiriita toimimattoman ohjelman ja kohteena olevan rakennemallin välillä.

Rakennesuunnittelijat puhuivat haastatteluissa aikatauluongelmista ja heidän tarvitsemiensa lähtötietojen myöhästymisestä. Tämän voi tulkita ilmentävän ristiriitaa sääntönä toimivan suunnitteluaiakataulun ja lähtötietoina käytettävien arkkitehtisuunnitelmien välillä (ristiriita 1).

*”Täs oli se hirveen tiukka aikataulu ja tavallaan sitten, [detaljit] ei ollu ehkä vielä niin selvillä siinä vaiheessa kun niitä tarvittiin, niin niitä jouduttiin sitten hiomaan...”* (Rakennesuunnittelija 1)

Haastatteluissa tulivat esiin myös suunnitelmien ja mallien laatuongelmat. Lähtötietojen myöhästyessä myös rakennesuunnittelijoiden työn laatu kärsi. Tämä näyttäisi kuvastavan ristiriitaa kohteena olevan rakennemallin ja välineenä käytettävien lähtötietojen välillä (ristiriita 2).

*”Tavallaan just nämä pielet ja liittymät ja, just tämmönen ikkunat, liittymät ja oviliittymät ja kaikki muut, ku ne sitten mallinnetaan, ni sitte ne pitää tehdä kovin varhaisessa vaiheessa, kun elementtejähän pitää ruveta siinä vaiheessa tehtaalle laittamaan, kun rakennustyömaa alkaa. Sitten ne pitää olla oikein niissä elementeissä, ni sitte tavallaan se tieto tarvitaan aikasemmin.”* (Rakennesuunnittelija 1)

Rakennesuunnittelijoiden haastatteluissa nousivat esiin myös ohjelmien tekniset rajoitukset. Rakennesuunnittelijat eivät voineet hyödyntää muiden suunnittelijoiden tietomalleja omassa työssään siinä laajuudessa kuin olisivat toivoneet. Tämän voi tulkita ilmentävän ristiriitaa kohteena olevan rakennemallin ja välineen välillä (ristiriita 3).

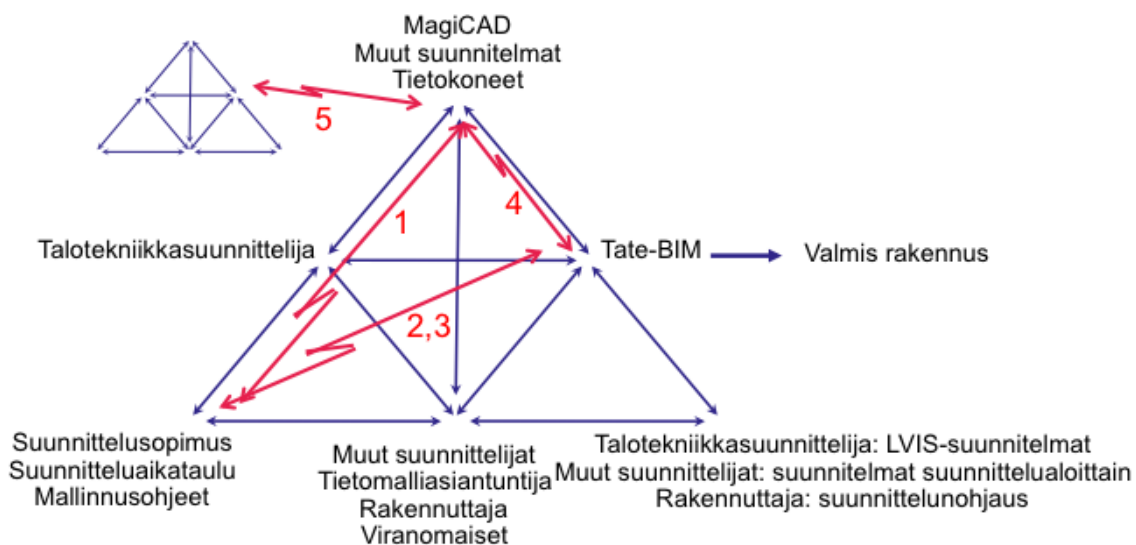
*”Kyllä mä yritin kääntää tota arkkitehin niitä mallintamia rakennusosia, ja pilarissa se onnistu, että muut osat jouvuin sitte mallintaan kokonaan sitte.”*  
(Rakennesuunnittelija 2)

### **Talotekniikkasuunnittelijat**

Kuviossa 7 on esitetty talotekniikkasuunnittelijan toimintajärjestelmä. Toiminnan kohteena on talotekniikkamalli (Tate-BIM). Talotekniikkasuunnittelijan välineitä ovat muun muassa suunnittelutyössä tarvittavat ohjelmistot, tietokoneet ja muut laitteet sekä muiden suunnittelualojen suunnitelmat. Sääntöinä toimivat esimerkiksi hankkeen suunnittelu-aikataulu, talotekniikkasuunnittelusta tehty sopimus liitteineen ja hankkeen mallinnusohjeet. Yhteisön muodostavat muun muassa muut suunnittelijat, rakennuttaja ja viranomaiset. Talotekniikkasuunnittelijan ja muiden suunnittelijoiden välinen työnjako on kuvattu muun muassa suunnittelijoiden tehtäväluetteloissa, konsulttialan sopimusehdoissa (KSE) sekä hankekohtaisissa sopimuksissa.

Talotekniikkasuunnittelijoiden haastatteluiden perusteella voitiin toimintajärjestelmässä olettaa olevan useita ristiriitoja:

1. ristiriita sovitun suunnittelujärjestyksen ja ohjelmistojen välillä
2. ristiriita puutteellisten mallinnusohjeiden ja talotekniikkamallin välillä
3. ristiriita kireän suunnittelu-aikataulun ja talotekniikkamallin välillä
4. ristiriita ohjelmien puutteellisuuden ja talotekniikkamallin välillä
5. ristiriita talotekniikkasuunnittelijoiden käyttämien energiasimulointien ja niiden tuottajan kohteen yhteensopivuuden välillä.



**Kuvio 7.** Talotekniikkasuunnittelijan toimintajärjestelmä ja siinä esiintyvät ristiriidat. 1. Ristiriita sovitun suunnittelujärjestyksen ja ohjelmistojen välillä. 2. Ristiriita puutteellisten mallinnusohjeiden ja talotekniikkamallin välillä. 3. Ristiriita kireän suunnittelu-aiakataulun ja talotekniikkamallin välillä. 4. Ristiriita ohjelmien puutteellisuuden ja talotekniikkamallin välillä. 5. Ristiriita talotekniikkasuunnittelijoiden käyttämien energiasimulaatioiden ja niiden tuottajan kohteen välillä.

Talotekniikkasuunnittelijat mainitsivat suunnitelmamuutosten aiheuttaneen ongelmia ja vaikeuttaneen heidän työtään. Lähtötietojen annettiin muuttua liian myöhään, eikä talotekniikkasuunnittelijoiden ohjelma taipunut muutoksiin. Tämä voidaan tulkita ristiriidaksi välineen ja sääntöjen välillä (ristiriita 1).

*”Normaalisti...arkkitehti tekee layoutin valmiiks ja me ruvetaan sitten töihin, nyt me on tehty töitä koko ajan ku layout koko ajan muuttuu. Ja se on aiheuttanu valtavasti ylimääräistä työtä.”* (Talotekniikkasuunnittelija 1)

Talotekniikkasuunnittelijat mainitsivat yllättyneensä siitä, että perinteisestä hankkeesta poiketen tietomallia käytettiin työmaalla aktiivisesti. He myös totesivat, että mallin tarkkuudesta ei oltu sovittu kovin tarkasti etukäteen. Tämän voidaan nähdä ilmentävän ristiriitaa sääntöjen ja kohteena olevan talotekniikkamallin välillä (ristiriita 2).

*”Se mikä tuli yllätyksenä, oli se että työmaa rupeskin käyttämään sitä hyvin aktiivisesti. Ja nyt kun ei ollu sovittu etukäteen tarkkaan pelisäännöistä, mallin tarkkuudesta ja näin pois päin, niin työmaalla oli semmoinen käsitys, että malli on nyt periaattees millimetritarkka. Ja kun se ei sitä pysty edes olemaan.”* (Talotekniikkasuunnittelija 1)

Haastatteluissa mainittiin myös, että kireän aikataulun vuoksi suunnitteluratkaisuja ei ehditty miettimään kunnolla ja virheiden mahdollisuus kasvoi. Aikatauluongelmien voidaan tulkita ilmentävän ristiriitaa kohteena olevan talotekniikkamallin ja sääntönä toimivan aikataulun välillä (ristiriita 3).

*”Kiireellä tehtiin et saatiin kuvia työmaalle et ne pääsee tekemään sitä... Esimerkiks elementit tarttee tilata nyt, tarttetaan kuvat nyt. Ja meil ei oo vielä mitään vehkeitä talos sisällä ja sit mietitään et tohon reikä, tohon reikä, tohon reikä ja ei.”* (Talotekniikkasuunnittelija 2)

Lisäksi talotekniikkasuunnittelijat nostivat esiin suunnitteluohjelmistojen puutteet, jotka rajoittivat suunnittelua. Ohjelmistojen puutteellisuus näyttää ilmentävän ristiriitaa välineen ja kohteena olevan talotekniikkamallin välillä (ristiriita 4).

*”Sähköpuolella mallinnustarvikkeet on rajalliset, koska siel on niitä laitteita niin tuhoton määrä...Niin sit jouduttu sit aina vähän miettii, et mikä näyttää saman tyliseltä ja samanlaiselta.”* (Talotekniikkasuunnittelija 2)

Talotekniikkasuunnittelijoiden haastatteluissa kävi ilmi myös katkos tiedonsiirrossa suunnittelijoiden välillä. Lähtötietoina käytettävät energiasimulointien tulokset olivat sellaisessa tiedostomuodossa, ettei niitä pystytty hyödyntämään. Katkos voidaan tulkita ristiriidaksi kahden toimintajärjestelmän välillä (ristiriita 5).

*”[Energiasimuloija] teki kilpailuvaiheessa sellaista työtä, jota me sitten suunnitteluvaiheessa [ei] pystytty hyödyntämään...Heil on omat ohjelmat sitte, jotka taas eivät oo tälläsiä ikään ku yhteensopivia ulkomaailman kanssa.”* (Talotekniikkasuunnittelija 1)

### **Suunnittelijoiden toimintajärjestelmien ristiriitojen vaikutus muihin osapuoliin**

Suunnittelijoiden toimintajärjestelmissä olevat ristiriidat vaikuttivat myös rakennushankkeen muiden osapuolten toimintaan. Suunnittelijoiden toimintajärjestelmien ristiriidat näkyivät virheellisinä ja puutteellisina suunnitelmina. Suunnitelmien yhteensovittaminen oli puutteellista, ja moniportaisesta tarkastusprosessista huolimatta virheitä pääsi tuotantoon asti. Suunnittelijoiden toiminnan kohteet eli tietomallit ja niistä tuotettavat suunnitelmat toimivat välineinä työmaajohdolle ja urakoitsijoille. Puutteet ja virheet suunnitelmissa vaikeuttivat työmaajohdon ja urakoitsijan työtä.

Rakennuttajan toiminnan kohteena puolestaan oli itse suunnitteluprosessi, joka tietomallinnushankkeessa oli erilainen verrattuna perinteiseen rakennushankkeeseen. Suunnittelun tuli olla tarkempaa, sisältää enemmän tietoa ja suunnittelutyön tuli olla etupainotteisempaa. Suunnitelmien laadun ja yhteensopivuuden tarkastamiseen oli tarjolla uusia välineitä kuten törmäystarkastelu. Sen hyödyntäminen kuitenkin edellytti uudenlaista suunnittelun ohjausta ja yhteistyötä hankeosapuolten kesken.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Toiminnan teoriaa soveltava tutkimus tietomallin käyttöönotosta ja sen ongelmista antoi rakennusalalle uuden näkökulma tietomallintamista koskeviin ongelmiin. Hankkeessa työskenteleville tutkimus nosti ongelmat näkyville käsiteltäväksi ja valaisi toisten osapuolien näkökulmaa. Tietomallin käytössä ilmenneet ongelmat eivät olleet yksittäisiä ongelmia, vaan ne liittyivät systemaattisesti toisiinsa.

Ensimmäinen tutkimuskysymys koski tietomallintamiseen liittyviä ongelmia. Tutkimuksessa esiin nousivat vahvasti ohjelmistoihin ja suunnitelmien laatuun liittyvät ongelmat, jotka tulivat esiin myös aiemmin tehdyssä tutkimuksessa (Mäki ym., 2010). Kirjallisuudessa esitetyt ongelmat koskivat puolestaan pääosin hankkeen aloittamista, yhteistyötä tietomallihankkeen osapuolten välillä ja vastuita mallin oikeellisuudesta ja omistuksesta (esim. Azhar ym., 2007). Nämä eivät haastatteluissa nousseet vahvasti esiin, mikä selittynee sillä, että hankkeen kaikki suunnittelijat käyttivät tietomallintamista. Lisäksi haastatteluissa tuli esiin näkökulma tietomallintamisen aiheuttamasta ylimääräisestä työstä, mitä sivuttiin kirjallisuudessakin.

Toinen tutkimuskysymys käsitteli suunnittelijoiden toimintajärjestelmissä olevia hypoteettisia ristiriitoja. Haastattelujen pohjalta luotiin näistä ristiriidoista kuva, joka voidaan kiteyttää suunnittelijaosapuolien osalta seuraavasti. Ensinnäkin arkkitehdin toimintajärjestelmän ristiriidat voidaan kiteyttää kysymykseksi siitä, mitä arkkitehdin tehtäviä toimenkuvaan kuuluu ja millä resursseilla nämä tehtävät saadaan tehtyä. Tietomallintaminen muuttaa perinteisen suunnittelun käytäntöjä ja muutos on otettava huomioon resursseja, aikaa ja rahaa varatessa sekä sopimuksia tehdessä.

Toiseksi talotekniikkasuunnittelijoilla ristiriidat kuvasivat epäselvyyttä siinä, mitä valmiin mallin tulee sisältää ja millä tarkkuudella. Lukuisat muutokset tietomalliin rasittivat suunnittelijoita ja tietomallin jatkokäyttö asetti yllättäviä vaatimuksia mallille.

Talotekniikkasuunnittelijoiden työn helpottamiseksi tulisi päättää, millainen mallin on oltava jatkokäytön kannalta ja etenkin, miten suunnittelu tulisi järjestää, jotta jatkuvilta muutoksilta vältyttäisiin.

Kolmanneksi rakennesuunnittelijan toimintajärjestelmässä ristiriidat tulivat esiin aikatauluongelmina ja lähtötietojen puutteena. Myös nämä ristiriidat liittyvät toisiinsa, sillä lähtötietojen puute aiheuttaa myöhemmässä suunnitteluvaiheessa aikatauluongelmia. Suunnittelun tehostamiseksi rakennesuunnittelijoiden lähtötietojen tulisi olla aiemmin saatavilla.

Kokonaisuudessaan hankkeen toiminnan parantamiseksi suunnittelutyötä tulisi selkiyttää niin, että kaikilla suunnittelijoilla on

1. selvät pelisäännöt siitä, mitä mallin tulee sisältää ja millä tarkkuudella ja miten suunnittelijoiden välinen yhteistyö, kuten mallien tarkastaminen, hoidetaan
2. tarvittavat lähtötiedot oman työnsä tekemiseen, mikä edellyttää tiivistä yhteistyötä sekä suunnittelijoiden kesken että tilaajan ja viranomaisten kanssa
3. oikein mitoitettut resurssit suunnittelutyöhön.

Rakennuttajan, urakoitsijan ja työmaajohdon toiminnan ongelmat johtuivat pääosin suunnitelmien ja mallien laatuongelmista. Verkottuneessa rakentamistoiminnassa suunnittelijoiden ongelmat heijastuvat myös muiden toimijoiden toimintajärjestelmiin. Urakoitsijalla ja työmaajohdon tietomalli ja suunnitelmat olivat toiminnan välineitä ja niiden laatuongelmat vaikeuttivat heidän toimintaansa. Rakennuttajan toiminnan kohteena puolestaan oli suunnitteluprosessi, jonka laatuongelmat heijastuivat urakoitsijalle ja työmaajohdolle. Rakennuttajalle painetta aiheuttivat riittämättömät ohjausvälineet ja vanhoihin käytäntöihin perustuvat aikataulut sekä näiden ristiriita suunnitteluprosessin välillä.

### **Tutkimuksen vaikuttavuus ja jatkotutkimustarpeet**

Tutkimuksen tuloksista keskusteltiin tutkimuksen kohteena olleen hankkeen osapuolten kanssa. Keskustelun pohjalta todettiin, että monet ongelmista voitaisiin ratkaista parantamalla suunnittelijoiden välistä tiedonkulkua ja varmistamalla suunnittelutyön edellytysten toteutuminen. Rakennushankkeen seuraavan kohteen suunnittelutyössä päätettiin soveltaa Last Planner -menetelmää (Lean Construction Institute, 2011), jolla



pyritään varmistamaan suunnittelun edellytysten olemassaolo ja sopimaan yhteistyössä kunkin suunnittelualan lyhyen aikavälin tavoitteet. Tämän menetelmän käyttöönoton tutkiminen ja menetelmän suunnittelutyöhön ja suunnitelmien laatuun kohdistuvien vaikutuksien tutkiminen ovat hyviä jatkotutkimuksen aiheita.

*Model Nova* -hankkeen kannalta tutkimus toimi esitutkimuksena, jossa selvitettiin tietomallintamisen ongelmia. Tutkimuksen pohjalta suunnataan Rakentamisen tietomallintaminen -hankkeen tutkimusryhmän etnografista tutkimusta suunnittelun, rakentamisen ja ylläpitovaiheen tutkimiseen.

## LÄHTEET

- Azhar, S., Hein, M. & Sketo, B. (2007). Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges. Teoksessa T. Sulbaran & C. Sterling (Toim.) *Associated School of Construction. International proceedings of the 44<sup>th</sup> annual conference*. [Verkkojulkaisu]. Auburn (AL): Auburn University. Saatavilla: <http://ascpro.ascweb.org/chair/paper/CPGT182002008.pdf>
- Eastman, C. (2006). University and Industry Research in Support of BIM. *Report on Integrated Practice*, Vol 2/11, 2-16.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. (2011). *BIM Hand-book: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. (2nd Edition.) Hoboken (NJ): John Wiley & Sons.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by Expanding: An Activity Theoretical Approach to Developmental Research*. Helsinki: Orienta-Konsultit.
- Engeström, Y. (1998) *Kehittävä työntutkimus: Perusteita, tuloksia ja haasteita*. Helsinki: Edita.
- Engeström Y. (2001). Expansive Learning at Work: Toward an Activity Theoretical Reconceptualization. *Journal of Education and Work*, Vol 14/1, 133-156.
- Engeström, Y. (2004). *Ekspansiivinen oppiminen ja yhteiskehittely työssä*. Tampere: Vastapaino.
- Hasu, M. (2001). *Critical Transition from Developers to Users*. Espoo: Otamedia.
- Hellsten, J. (2010). *Todellinen tietomallin käyttö on vielä kaukana* [Verkkojulkaisu]. Rakennuslehti, 6.5.2010. Saatavilla: <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/21371.html>
- Hietanen, J. (2005). *Tietomallit ja rakennusten suunnittelu – Filosofinen selvitys tietojen ja viestintätekniikan mahdollisuuksista*. Helsinki: Rakennustieto.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2001). *Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Helsinki: Yliopistopaino.
- Howell, I. & Batcheler, B. (2005). Building Information Modeling Two Years Later - Huge Potential, Some Success and Several Limitations, *The Laiserin Letter*, May 2005.
- Hyysalo, S. (2004). *Uses of Innovation*. Helsinki: Helsinki University Press.
- Korpela, J. (2011). *Tietomallintamisen hyödyt ja haasteet rakennushankkeen eri osapuolten näkökulmasta*. Diplomityö. Espoo: Aalto-yliopisto, Rakentamistalous.

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

- Krygiel, E. & Nies, B. (2008). *Green BIM. Successful Sustainable Design with Building Information Modeling*. Indianapolis (IN): Wiley Publishing.
- Lean Construction Institute (2011). *The Last Planner®* [Verkkójulkaisu]. Lean Construction Institute. Saatavilla:  
<http://www.leanconstruction.org/lastplanner.htm>
- Mäki, T., Rajala, M. & Penttilä, H. (2010). *Tietomallintaminen korjausrakentamisessa. Hyötyjä, haasteita ja kehitysehdotuksia* [Verkkójulkaisu]. Tietoa Finland. Saatavilla:  
[http://www.tietoafinland.fi/doc/Tietomallintaminen\\_korjausrakentamisessa.pdf](http://www.tietoafinland.fi/doc/Tietomallintaminen_korjausrakentamisessa.pdf)
- Rosenberg, T. L. (2007). Building Information Modeling [Verkkójulkaisu]. *Roetzel & Anderss. A legal professional association*. Saatavilla:  
<http://www.ralaw.com/resources/documents/Building%20Information%20Modeling%20-%20Rosenberg.pdf>
- Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. (2009). *KvaliMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto* [Verkkójulkaisu]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. Saatavilla: [http://www.fsd.uta.fi/julkaisut/motv\\_pdf/KvaliMOTV.pdf](http://www.fsd.uta.fi/julkaisut/motv_pdf/KvaliMOTV.pdf)
- Senaatti-kiinteistöt (2011). *Rakennuksen tietomallinnus (BIM)*. [Verkkójulkaisu]. Saatavilla: <http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=546>
- Turunen, H. & Ruohomäki, O. (2001). *Johdatus laadulliseen analyysiin ATLAS.ti – ohjelman avulla* [Verkkójulkaisu]. Saatavilla:  
<http://www.cs.uta.fi/ipoppla/www/ipoppla01/ru/sanasto.htm>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The Psychology of Higher Mental Functions*. Cambridge: Harvard University Press.
- Yin, R. K. (1994). *Case Study Research: Design and Methods*. Newbury Park (CA): Sage.