

Jere Luoma

# Tietomallinnus taloteknisessä toteutuksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

30.5.2017

Tekijä Otsikko	Jere Luoma Tietomallinnus taloteknisessä toteutuksessa
Sivumäärä Aika	24 sivua + 1 liite 30.5.2017
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI, tuotantopainotteinen
Ohjaajat	lehtori Sunil Suwal projektipäällikkö Ville Oksanen
<p>Insinöörissä tutkittiin tietomallin toimivuutta taloteknisessä toteutuksessa, selvitettiin yleisesti Quattroservices Oy:n tämänhetkisiä toimintatapoja tietomallin hyödyntämisessä, ja niistä laadittiin kehitysideoita yrityksen toimintatapojen tehostamiselle.</p> <p>Tietomallin hyödyntäminen rakennushankkeissa on kasvanut merkittävästi viime vuosina. Tietomalleja on käytetty pitempään apuna eri suunnittelualojen suunnittelun yhteydessä, mutta on jalkautunut rakennuksien yhdistelmämallien myötä myös toteutusorganisaatioiden käyttöön.</p> <p>Insinöörityössä seurattiin Yliopistonkatu 4:in peruskorjaushankkeen tietomallin mukaista toteutustapaa sekä haastateltiin yrityksen toimihenkilöitä tietomallinnuksen toimintatavoista projektin sisäisessä toiminnassa.</p> <p>Työn tuloksena saatiin selville, kuinka yhteen sovitetun yhdistelmämallin vaikutus edesauttaa kokonaisuudessa rakennushankkeen toteutusta ja tarkemmin taloteknistä toteutusta. Lisäksi havaittiin erinäisten maksullisten katselu- ja tarkasteluohjelmien avulla saadut kattavat hyödyntämismahdollisuudet, jolloin ohjelman investoinnin myötä yrityksen toimintatavat kehittyvät merkittävästi tehokkaampaan suuntaan.</p>	
Avainsanat	TATE, tietomalli, yhdistelmämalli

Author Title	Jere Luoma BIM in HVAC implementation
Number of Pages Date	24 pages + 1 appendix 30 May 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Service Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Production Orientation
Instructor	Sunil Suwall, Senior Lecturer Ville Oksanen, Project Manager
<p>The objective of this thesis was to research the functionality of BIM in HVAC installations in general. In addition, the objective was to document the current methods in which a company uses Building Information Modelling for its benefit and provide ideas to develop the methods of further.</p> <p>The documentation was done by observing a case project in Helsinki. In addition, interviews with experienced HVAC professionals were conducted. The benefits of applying BIM in this project were recorded, and further opportunities for developing the use of BIM discovered.</p> <p>The thesis established ways in which BIM benefits the overall efficiency and quality of construction and installation work. In addition, vast development opportunities were discovered in project management and tender calculation by applying various software tools.</p>	
Keywords	BIM, HVAC, building information model

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tietomalli	2
2.1	Rakennuksen tietomalli	3
2.2	Tietomallinnuksen tavoitteet	5
2.3	Tietomallintaminen rakennushankkeessa	6
2.3.1	Ehdotus- ja yleissuunnittelu	7
2.3.2	Toteutussuunnittelu	7
2.3.3	TATE-urakoitsijan tehtävät	8
3	Ohjelmat	8
3.1	Suunnitteluohjelmat	9
3.1.1	MagiCAD	9
3.1.2	CADS	9
3.2	Katselu- ja tarkasteluohjelmat	9
3.2.1	Autodesk Navisworks	10
3.2.2	Solibri	10
3.2.3	Tekla Field3D	11
4	Tietomallinnuksen hyödyntäminen taloteknisessä toteutuksessa	12
4.1	Esimerkkikohde Helsingin yliopisto, Yliopistonkatu 4	14
4.2	Kohteen tietomallinnus	15
5	Tulokset	17
5.1	Haastattelut	17
5.2	Kehitysideat	19
6	Yhteenveto ja pohdinta	22
	Lähteet	24
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelukysymykset	

## Lyhenteet

2D	Kaksiulotteinen
3D	Kolmiulotteinen
3D-NWF	Navisworks -tiedoston projektikohtainen tallennustiedosto
BIM	Building Information Model. Rakennuksen tietomalli
IFC	Industry Foundation Classes, kansainvälinen avoin tiedon- siirtostandardi
DWG	2D- ja 3D-suunnittelussa käytetty tiedostomuoto
LVI	Lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtojärjestelmät
LVIS	Lämpö-, vesi-, ilmanvaihto- ja sähköjärjestelmät
LVIA	Lämpö-, vesi-, ilmanvaihto- ja automaatiojärjestelmät
NWD	Navisworks -tiedostomuoto
TATE	Talotekniikka
SMC	Solibri Model Checker -tiedostomuoto
YTV	Yleiset tietomallivaatimukset 2012

## 1 Johdanto

Rakennusala uudistuu tällä hetkellä merkittävästi, ja yksi osasy siihen on tietomallin käyttö rakennushankkeissa, joka tuo valtavasti uutta ja ihmeellistä rakennusalalle. Vaikkakin 3D-mallinnusta on käytetty osana rakentamista vuosien ajan, mutta nykypäivänä tietomallinnus on jalkautunut laajemmin eri suunnittelualojen sekä urakoitsijoiden käyttöön. Tietomallinnuksen käyttö rakennushankkeessa on jatkuvasti kasvava trendi, jota käytetään vielä toistaiseksi lähinnä isoissa rakennushankkeissa. Oikein toteutettu tietomallinnus edesauttaa rakennuksen eri prosessivaiheita, hankkeensuunnittelua, toteutusta sekä ylläpitoa.

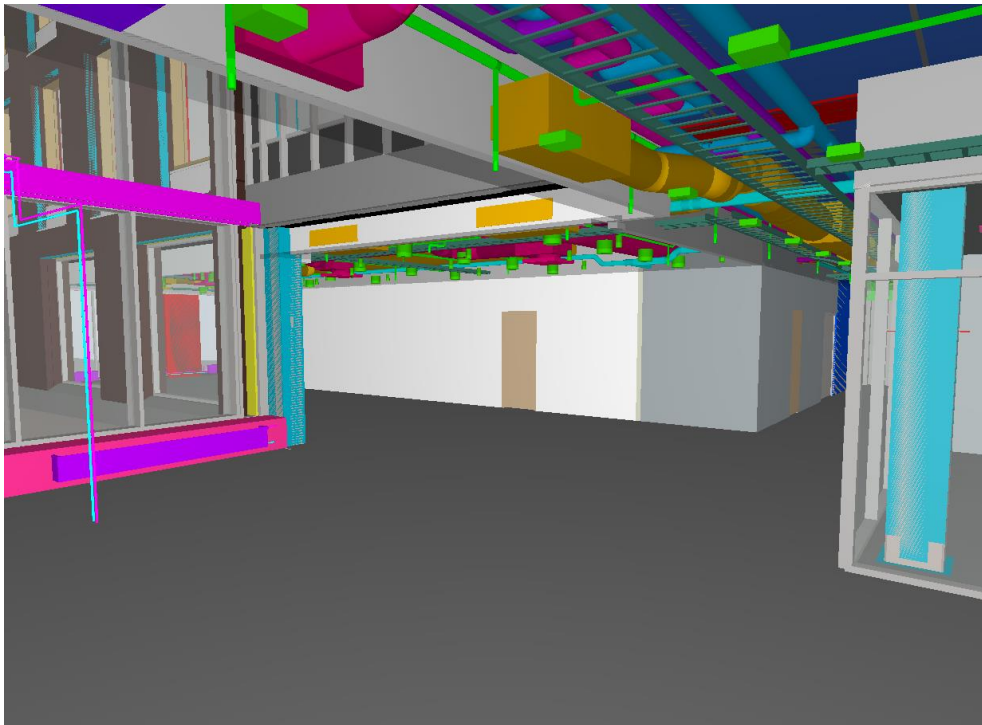
Tässä insinööriyössä on tarkoitus tutkia tietomallintamisen käyttöä urakoinnissa. Lisäksi tutkitaan, mitä mahdollisuuksia tietomallinnus tuo urakoitsijan näkökulmasta rakennushankkeisiin sekä millä tavalla mallinnuksen mukainen toteutus toimii käytännössä työmaalla. Työn tilaajana toimii Quattroservices Oy, joka on yksi Suomen kansainvälisimmistä talotekniikkaurakoitsijoista. Quattroservices Oy toimii tällä hetkellä useissa suurissa hankkeissa pääkaupunkiseudulla, joissa käytetään tietomallintamista osana hankkeen toteutusta. Hankkeissa asennuksia toteutetaan mallinnuksen mukaisella toteutustavalla, ja insinööriyön tarkoituksena on kehittää yrityksen toimintamallia kustannustehokkaampaan suuntaan ja saamaan paras mahdollinen hyöty tietomallin käytöstä sekä avaamaan tietomallin tuomia menettelytapoja rakennushankkeen eri vaiheisiin. Esimerkkikohteena insinööriyössä käytetään Helsingin Yliopiston saneerauskohdetta, jonka toteutustapana on tietomallipohjainen rakennushanke. Tietomallin käyttö on kasvanut kahden viime vuoden aikana merkittävästi, ja tämän takia insinööriyö on ajankohdaltaan erinomainen sekä tarpeellinen kyseisen yrityksen toimintatapojen kehittämiseen.

Insinööriyössä tutkitaan myös Quattroservices Oy:n nykyistä tilannetta tietomallinnuksen toimintatavoista ja hankkeita, joissa hyödynnetään sekä käytetään tietomallipohjaista toteutustapaa. Hankin tietoa alan kirjallisuudesta sekä myös haastatteluin rakennusalan ammattilaisilta. Pääsääntöisesti haastattelut kohdistuvat yrityksen sisäisiin toimihenkilöihin, jotka ovat työskennelleet tietomallin parissa. Insinööriyössä pureudutaan pääosin talotekniikkaan liittyvän mallinnuksen suunnitteluun sekä varsinaiseen toteutukseen.

## 2 Tietomalli

Yleisesti tietomalli on digitaalisessa muodossa oleva kokonaisuus jostakin tietyistä rakennelmasta, johon on sisällytetty rakennelman ominaisuustiedot koko elinkaaren ajalta. Tietomallilla pyritään hyödyntämään rakennelman suunnittelu-, toteutus, käyttö- ja ylläpitovaiheissa. [1.]

Tietomalli voi olla esimerkiksi rakennuksesta tehty virtuaalimaailma, joka on luotu 3D-geometriaa käyttäen. Tietomalli kuvaa selkeästi rakennuksen ulkoista ja sisäistä olemusta sisältäen tarkat tietosisällöt rakennuksesta. Tämä mahdollistaa rakennuksen havainnollistamisen, tarkastelun ja perehtymisen missä kohdassa tahansa rakennusprosessin aikana. Tietomalli mahdollistaa rakennuksen tarkastelun erilaisista näkökulmista, esimerkiksi arkkitehtuurista, rakenteista, tilaratkaisuista, talotekniikasta sekä rakennusta ympäröivästä alueesta. Visuaalinen selkeys ja tietomallin sisältämät tarkat tuotetiedot sekä rakennuksesta että materiaaleista tuovat malliin merkittävät hyödyt rakennuksen käytön ja ylläpidon suhteen. [2, s. 29.]



Kuva 1. Tietomalli tuo rakennuksen sisäiseen ja ulkoiseen olemukseen uudenlaisen tarkastelu- ja havainnollistamismahdollisuuden. [Tietomalli: NCC Property Development Oy.]

Kuvassa 1 on esitetty havainnollistusesimerkki Fredriksberg-toimitilan aulasta, jossa tietomallin erinäisten rakenteiden sekä osajärjestelmien havainnollisuuden helpottamiseksi tietomallissa on määritelty kunkin osajärjestelmän ja rakenteiden värikartta, jotka kuvaavat kyseisiä tuotteita ja järjestelmiä.

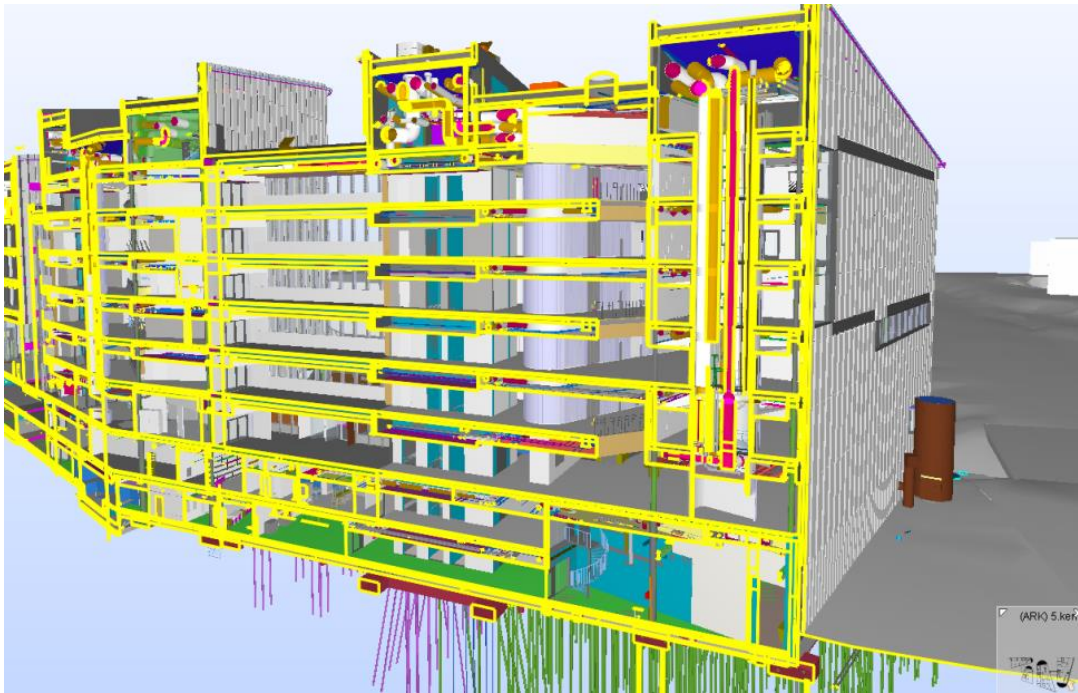
## 2.1 Rakennuksen tietomalli

Rakennuksen tietomallista käytetään usein myös lyhennettä BIM:iä (Building Information Model), millä nykyään tarkoitetaan rakennusprosessin kaikista rakennusosista kootua kokonaisuutta digitaalisessa muodossa. Tietomalliin määritellään rakennuksen geometria- ja tuotetiedot, jotka esitetään kolmiulotteisesti havainnollisuuden sekä erilaisten simulointitarpeiden vuoksi. [2, s. 15.]

BIM:n luodaan esimerkiksi DWG-tiedostosta, joka muutetaan IFC-muotoon. DWG-tiedosto sisältää tarkat tuotetiedot eri alojen tuotteista ja elementeistä, jotka voidaan viedä IFC-muodossa tietomalliin. DWG-tiedosto sisältää 3D-mallin, jostakin tietyn suunnittelualan tekemästä suunnitelmasta, kuten LVI-suunnittelijan tekemästä LVI-suunnitelmasta. Kyseessä voi olla muukin tiedostomuoto kuin DWG-tiedosto, esimerkiksi arkkitehtisuunnittelu voidaan toteuttaa Archicadilla, jolloin Archicadissa natiivimuotona käytetään PLN-tiedostomuotoa. IFC-mallia käytetään IFC-standardin mukaisesti, ja IFC on yleisin käytetty avoimen tiedonsiirron malli, joka mahdollistaa eri suunnittelualojen tietomallien yhteensopivuuden erinäisillä sovellusohjelmilla ja tällä mahdollistetaan tietomallin kattava käyttö. IFC-malli luodaan erinäisillä suunnitteluohjelmilla kunkin eri suunnittelualan henkilön toimesta, jolloin IFC-malli pystytään siirtämään ohjelmistosta toiseen, ja kasaamalla kyseiset yksittäiset tietomallit suunnittelualoittain saadaan yhdistelmämalli.

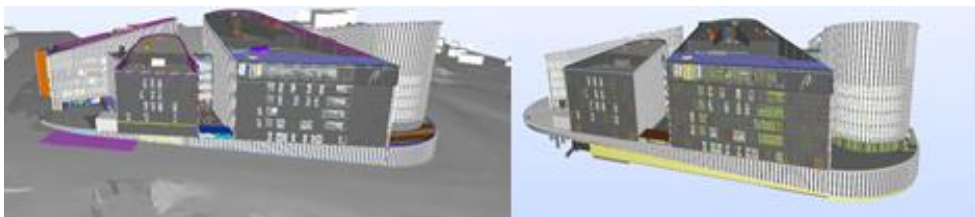
Yhdistelmämalli koostuu eri suunnittelualojen suunnittelumalleista, jotka muodostuvat erilaisista rakennus- tai järjestelmäosista ja niitä kutsutaan rakenneosamalleiksi. Rakenneosamallit yhdistäessä syntyy kuvan 2, mukaisesti yhdistelmämalli eli kiinteistön tai rakennuksen tietomalli. Yhdistelmämallin kasaamiselle valitaan joku tietty henkilö, jonka tehtäviin kuuluu muun muassa tarpeellinen yhdistelmämallin päivitys mahdollisten rakennusosien suunnitelmamuutoksien vuoksi.





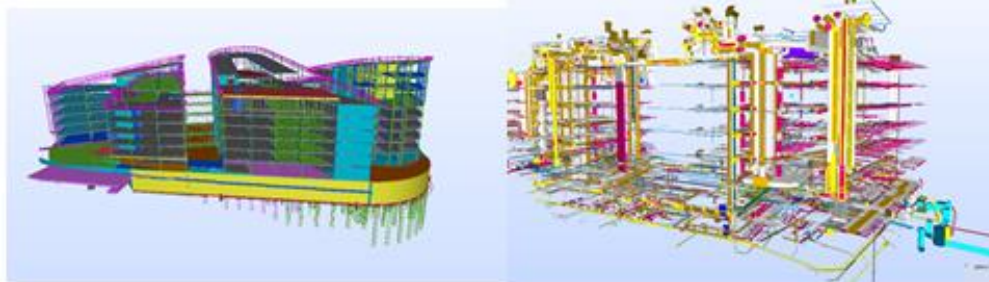
Kuva 2. Yhdistelmämalli, missä kaikki rakenneosamallit on yhdistetty yhdeksi kokonaisuudeksi. [Kuvassa esiintyy Metropolian Myllypuron kampus. Tietomalli: Kiinteistö Oy Myllypuron kampus]

Arkkitehdin rakennusosamalli koostuu rakennuksen tiloista sekä rakennusosista. Rakennesuunnittelijan rakennemalli sisältää kaikki rakennetekniset osat, eristeet ja kantavat sekä ei-kantavat rakennusosat. Talotekniikkasuunnittelijan järjestelmämalli koostuu talotekniikkaan liittyvistä erilaisista järjestelmäosamalleista. (Kuva 3.) [2, s. 20–21.]



**Tontin malli**

**Arkkitehtimalli**

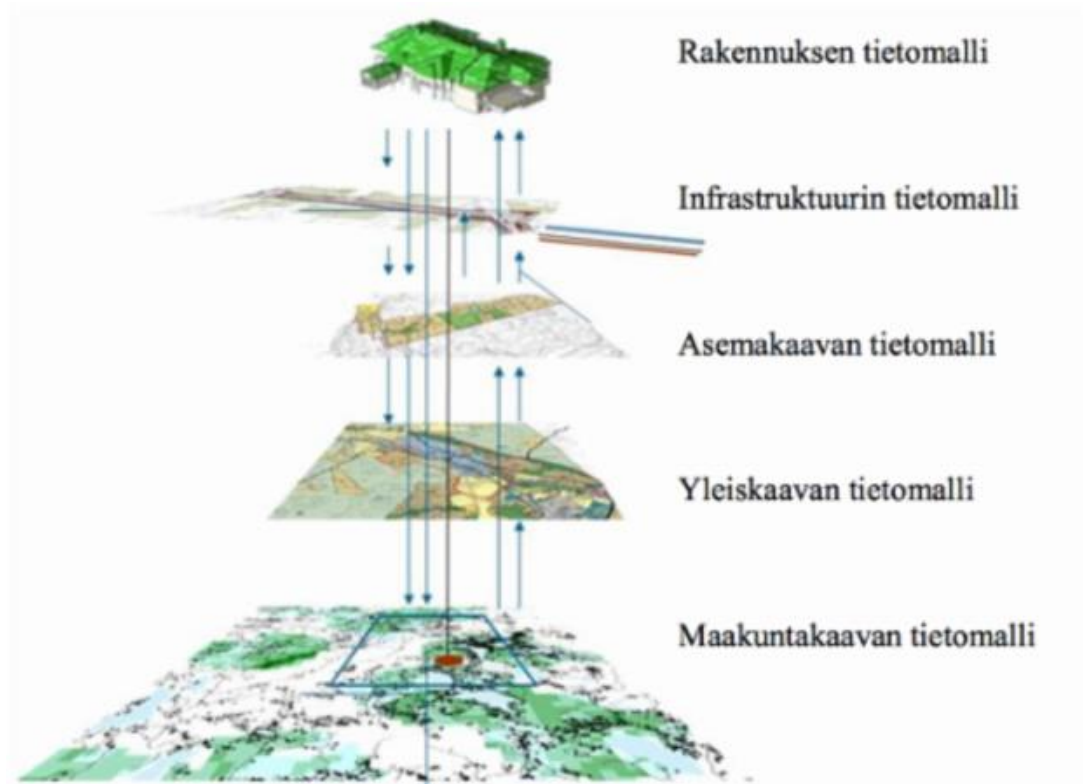


**Rakennemalli**

**LVI-järjestelmämalli**

Kuva 3. Rakennusosamallit. [Tietomalli: Kiinteistö Oy Myllypuron kampus]

Rakennuksen tietomalli voidaan lisätä myös isompaan kokonaisuuteen eli 3D-kaupunkimalliin (kuva 4.), jossa esitetään maastoa, rakennuksia, kasvillisuutta infrastruktuuria ja muita kaupunkikohteita ominaisuustietoineen. 3D-kaupunkimalli tuo isommassa kuvassa samat hyödyntämismahdollisuudet erinäisten simulaatioiden ja analyysien avulla, joilla voidaan esimerkiksi tarkastella suunnittelupäätöksen vaikutusta ympäristöön. Suomessa kaupunkimalleja on tuotettu jo joissakin kaupungeissa, muun muassa pääkaupunkiseudulla sekä Tampereella. [15.]



Kuva 4. Tietomalleja luodaan myös isompia kokonaisuuksia silmällä pitäen. [15.]

## 2.2 Tietomallinnuksen tavoitteet

Tietomallinnuksen päätavoitteena on oikeastaan hyödyntää mallia rakennuksen koko elinkaari-prosessin ajan, tarveselvityksestä ylläpitoon asti. Tietomalli edesauttaa suunnittelun ja rakentamisen laatua, tehokkuutta sekä päätöksentekoprosesseja. Tietomallilla pystytään tukemaan myös turvallisuutta sekä kestävästä kehityksestä koko hanke- ja elinkaari-prosessin ajan.

Tietomallit antavat tukea muun muassa, investointipäätöksiä vertailulle, jossa voidaan analysoida niiden toimivuutta, laajuutta sekä kustannuksia. Vertailemalla rakennuksesta saatavia analyysejä voidaan myös edesauttaa energia-, ympäristö-, ja elinkaariratkaisuja sekä niiden suunnittelua. Rakennushankkeen suunnittelussa voidaan tietomallin avulla tarkemmin analysoida suunnitelmien havainnollisuutta ja rakennettavuutta sekä pystytään tehostamaan eri suunnitteluprosesseja ennen varsinaisten rakennustöiden alkamista. Suunnitelmien yhteensopivuus sekä mahdolliset törmäystarkastelut voidaan tehdä tietomallin avulla ja niitä pystytään ennalta ehkäisemään ja vähentää varsinaisten asennustöiden yhteydessä. Tietomalli mahdollistaa myös hankkeen eri osapuolien laadunvarmistuksen sekä tiedonvälitysprosessin parantamisen. Tietomalli tuo käytön sekä ylläpidon aikaisiin toimintoihin toteutusvaiheen kaikki tarvittavat tiedot rakennuksesta. [3, s. 3.]

### 2.3 Tietomallintaminen rakennushankkeessa

Tietomallipohjainen toimintatapa lähtee tilaajan halusta toteuttaa hanke tietomallihankkeena. Mallinnuksen hyötyarvot kasvavat, mitä varhaisemmassa vaiheessa tietomallipohjainen rakennushanke määritellään. Mahdollisesti jos tilaaja ei ole määritellyt hankkeen toteutusta tietomallihankkeena, niin on mahdollista että suunnittelijat ovat silti tehdä suunnitelmansa myös tietomallintamalla, jolloin urakoitsijan on pääsääntöisesti itse selvitettävä tietomallinnuksen erinäiset käyttömahdollisuudet hankkeissa. Ongelmakohtina on tällöin eri rakenneosamallien yhteensopivuus sekä rakenneosamallien kokoaminen yhdistelmämalliksi, jolloin mallia ei voida pitää toteutuskelpoisena sellaisenaan. [2, s. 91–92.]

Rakennushankkeiden tietomallinnuksen yleiset määräykset määrittelee YTV (Yleiset tietomallivaatimukset 2012), jossa kerrotaan kiinteistöjen ja rakennuksien uudis- ja korjausrakentamiskohteiden, rakennusten käytön sekä ylläpitoon liittyvät määräykset. Tietomallivaatimuksissa kerrotaan rakennushankkeiden vähimmäisvaatimukset mallinnukselle sekä malleista saatavan tiedon sisällölle. Kyseisiä vähimmäisvaatimuksia käytetään rakennushankkeiden yleisvaatimuksina, joilla varmistetaan hankkeiden tavoitteellisuuden saavuttaminen rakennusvaiheen aikana sekä rakennusvaiheen jälkeen kiinteistön käytölle että ylläpidolle. [3, s. 3.] YTV:n vähimmäisvaatimukset tarkentuvat kuitenkin hankekohtaisesti laadituissa tietomallivaatimuksissa.

Rakennushankkeessa suunnittelijat tuottavat monia tietomalleja hankkeen eri työvaiheilla, ja mallien sisältö vaihtelee eri suunnitteluvaiheiden mukaisesti läpi projektin ja malleja päivitetään mahdollisten muutoksien sekä lisäyksien johdosta, jotta mallit pysyvät toteutuskelpoisina läpi projektin.

TATE-suunnitteluvaiheet rakennushankkeissa jakautuvat YTV osa 4, talotekninen suunnittelu mukaan kahteen osa-alueeseen.

### 2.3.1 Ehdotus- ja yleissuunnittelu

Ehdotus- ja yleissuunnittelussa TATE-suunnittelijat luovat tarvittavat mallit:

- TATE-vaatimusmalli
- Tilavarausmallit
- LVI-järjestelmämallit
- Sähkö- ja telejärjestelmämallit
- Rakennusautomaation järjestelmämalli.

Ehdotussuunnittelussa luodaan aluksi vaatimusmalli, minkä tavoitteena on tuottaa riittävät tiedot järjestelmästä arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan mallien tekemiselle. Tietojen saamiseksi tehdään erinäisiä simulointeja sekä matemaattisia laskentoja. [3, s. 8.]

Tilavarausmalli TATE:n osalta luodaan yleissuunnitteluvaiheessa tai tarvittavin osin ehdotussuunnitteluvaiheessa, joka tehdään yhdessä arkkitehdin kanssa normaalein suunnittelumenetelmin. Suunnittelija arvioi tarvittavat tekniikan tilatarpeet, osajärjestelmän sijoitusalueet sekä vaakasuuntaisten kerrosverkostojen tilatarpeet, joihin sisältyvät yleensä ilmanvaihto-, käyttövesi-, lämmitys-, sähkö- ja sprinklerirungot sekä ilmanvaihtokoneiden sijoituspaikat. [3, s. 15.]

### 2.3.2 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnittelussa suunnittelijat luovat omat osajärjestelmänsä yleisien mallinnusperiaatteiden vaatimalla tasolla ja tekevät tarvittaessa malleista yhdistelmämallin, jolla pystytään havainnollistamaan suunnitelmia sekä tarkastelemaan niiden yhteensopi-

vuutta. Toteumamalli on tietosisällöllisesti järjestelmämallin mukainen toteutuskelpoinen malli ja mallin tulee sisältää TATE-urakoitsijoiden valitsemien komponenttien tuotetiedot suunnitteluohjelmiston sisällön mukaisilla mahdollisuuksilla. [3, s. 32, 40.]

### 2.3.3 TATE-urakoitsijan tehtävät

TATE-urakoitsijan tehtävät määritellään yleisesti hankekohtaisesti urakka-asiakirjoissa. Urakka-asiakirjoista selviää mallien käyttöoikeudet sekä luovuttamismenettelyt urakoitsijan käyttöön. Urakoitsijaa koskevat hankekohtaiset tietomallivaatimukset löytyvät myös kyseisistä asiakirjoista. Tietomallivaatimuksissa on mahdollista ilmetä myös hankkeessa noudatettavien urakka-asiakirjojen pätevyysjärjestys tietomallien suhteen sekä mahdolliset oikeudet tietomallin luovuttamiselle kolmannelle osapuolelle. Urakoitsijaa koskevat velvollisuudet on myös hyvä määritellä tietomallivaatimuksissa, jotta velvollisuuksiin kohdistuvat kustannukset pystytään huomioimaan urakkalaskenta vaiheessa urakoitsijan toimesta. Tällöin urakoitsijalla pitää olla mahdollisuus tietomallien katselmoimiseen ennen varsinaisen urakkasopimuksen laadintaa. [4, s. 6.]

YTV, osa 13 määrittelee myös urakoitsijan velvollisuuden ilmoittamaan hankkeen tietomallissa havaitsemistaan virheistä tai puutteista kyseisen suunnittelualan suunnittelijalle sekä tietomallikoordinaattorille, jolloin suunnittelija on velvollinen korjaamaan virheen ja toimittamaan korjattu tietomalliversio kaikille osapuolille. Samaisessa osassa YTV antaa vaatimukset urakoitsijalle, koskien valitsemiaan tuotteita tai tuoteosia. Urakoitsija on velvollinen toimittamaan valitsemansa tuotteen tai tuoteosan geometria- ja tekniset tiedot suunnittelijalle heti tilaajan hyväksytyä hankintaesityksen tuotteista. [4. s. 9, 21.]

## 3 Ohjelmat

Tietomallinnuksessa käytetään monia erinäisiä tietokoneohjelmia, joita on myös mahdollista käyttää aktiivisesti osana työmaatoiminnassa. Talotekniikassa yleisesti käytetyt ohjelmistot ovat suunnitteluohjelmistoja sekä tietomallien katselu- ja tarkasteluohjelmistoja. [2. s. 38.]

### 3.1 Suunnitteluohjelmat

Suunnitteluohjelma määräytyy suunnittelijan käyttämästä suunnitteluohjelmasta. Ohjelman pitää täyttää YTV 2012:n yleiset mallitekniset vaatimukset, jossa käsitellään tietomallinnuksessa käytettävät ohjelmistot.

#### 3.1.1 MagiCAD

MagiCAD-ohjelma on yleisin talotekniseen suunnitteluun käytetty suunnitteluohjelma, jolla toteutetaan LVI-, sähkö- ja sprinklerijärjestelmien suunnittelu. MagiCADia käytetään yhdessä Autodesk AutoCADin tai Autodesk Revitin kanssa. MagiCADilla pystytään toteuttamaan LVIS-suunnittelu kokonaisuudessaan 2D-, 3D- sekä tietomallipohjaisesti. MagiCAD-ohjelman tietokannassa on kattava määrä eri laitevalmistajien tuotteiden tuotetietoja, joihin on määritelty erittäin tarkasti laitteistojen koot sekä laitteiden tekniset tiedot. [5.]

#### 3.1.2 CADS

CADS Electric ja CADS Hepac ovat talotekniikkaohjelmia, joihin kuuluu myös rakennusautomaatiosuunnittelu. CADS Hepac soveltuu LVIA-suunnitteluun, kun taas CADS Electric soveltuu sähkö- ja automaation suunnittelutarpeisiin, joita ovat mm.

- rakennussähköistys
- teollisuussähkö- ja automaatio
- keskusten layout-suunnittelu
- jakeluverkkojen suunnittelu.

Molemmat ohjelmat soveltuvat tietomallipohjaiseen suunnitteluun ja mahdollistavat DWG-tiedostojen muuttamisen IFC-muotoon. [6.]

### 3.2 Katselu- ja tarkasteluohjelmat

Katselu- ja tarkasteluohjelmia käytetään monissa eri käyttötarkoitustilanteissa. Ohjelmat soveltuvat mallien katsomiseen ja mallien sisältyvään tuotetietojen sekä kompo-

nenttien analysoimiseen. [2. s. 42.] Ohjelmat vaativat jonkinlaisen käyttökokemuksen tai käyttökoulutuksen, joka mahdollistaa parhaan toimintatavan tiedon keräämiseen malleista. Sovellusohjelmia on saatavilla maksullisia sekä maksuttomia versioita. Maksullisissa käyttöliittymissä ohjelmien koko kapasiteetti päästään hyödyntämään, kun verrataan maksuttomien versioiden käyttömahdollisuuksiin. Navisworks-, Solibri- ja Trimble-pohjaiset käyttöliittymät ovat yleisimmät rakennushankkeissa käytetyt ohjelmistot, jotka soveltuvat yhdistelmämallien laatimiseen ja selaamiseen.

### 3.2.1 Autodesk Navisworks

Autodesk Navisworks -ohjelmistot tarjoavat 3 erillistä ohjelmaa, joiden käyttötarve perustuu lähinnä projektin sisäisen toimenkuvan mukaisesti. Navisworks Manage ja Navisworks Simulate soveltuu projektin hallintatyökaluksi, jotka molemmat mahdollistavat mallien yhdistämisen yhdistelmämalliksi, kommunikoinnin projektiosapuolien välillä, NWD- ja 3D-DWF -tiedostojen julkaisun jaettavana tiedostona sekä ohjelmistojen 5D-aikataulun laadinnan, mikä sisältää ajan ja kustannukset. Navisworks Manage on tarkoitettu lähinnä projektin vastuuhenkilölle, joka on rakennushankkeessa yleensä tietomallikoordinaattori. Simulate- ja Manage -ohjelmien eroavaisuus on oikeastaan törmäyksien ja häiriöiden hallinnantyyökalussa sekä erinäisten törmäystarkastelujen tekemisessä, jotka ovat ainoastaan mahdollista Navisworks Manage -ohjelmalla.

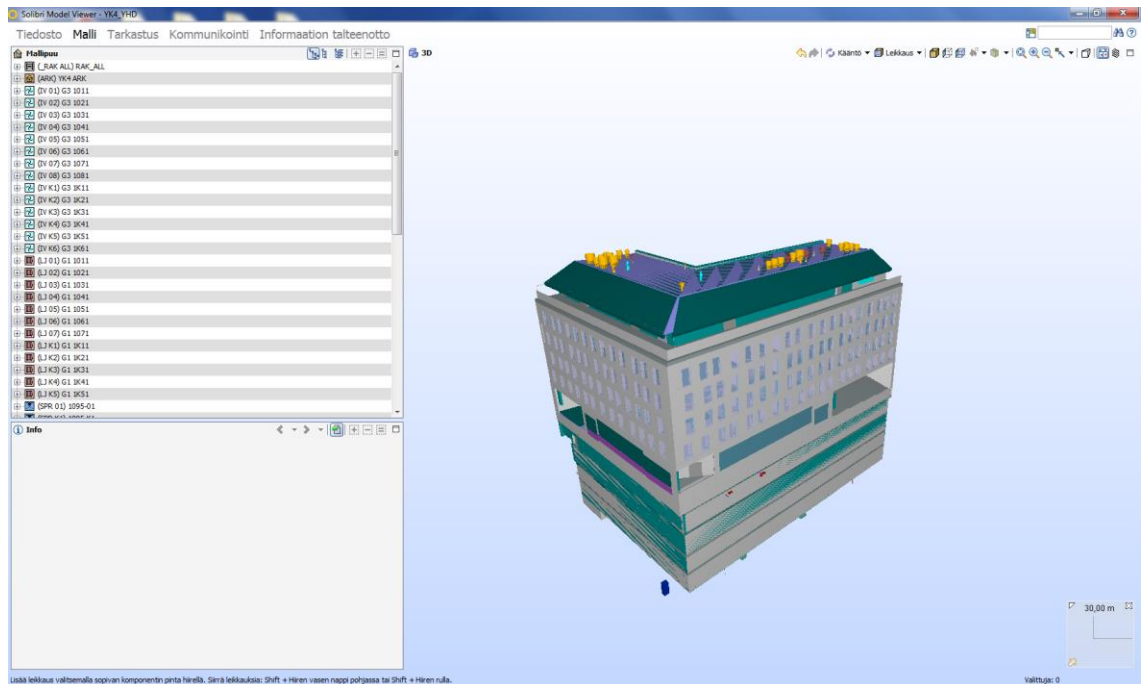
Navisworks Freedom on ilmaisohjelma, joka soveltuu yleisesti yksittäisen rakennusosan tai yhdistelmämallin tarkasteluun. Ohjelman työkaluina käytössä ovat info-, mittaus- ja leikkaustyökalu. [11.]

### 3.2.2 Solibri

Solibrilla on oikeastaan kaksi ohjelmaa, joita käytetään pääsääntöisesti tietomallien tarkasteluun. Toinen on maksullinen ja toinen on ilmaisversio. Tämän lisäksi Solibrilla on myös ilmainen ohjelma Solibri Optimizer, jolla pystytään optimoimaan tietomalleja tiedostokooltaan pienemmiksi.

Solibri Model Checker on maksullinen sovellusohjelma. Ohjelman smc-tiedostomuodon avulla pystytään yhdistelemään eri rakenneosamalleista Solibri Model Checker -yhdistelmämalli sekä ohjelmassa pystyy lisäämään ja poistamaan tarvittaes-

sa eri rakenneosamalleja. Ohjelma soveltuu myös mallien törmäystarkasteluun, määrälaskentaan sekä mahdollistaa laadunvarmistuksen tehostamisen, johon kuuluu muun muassa omantyöntarkastukset ja aikataulusuunnitelman laadinta. Solibri Model Viewer on ilmainen sovellusohjelma, mikä mahdollistaa IFC- ja Solibri Model Checker-tiedostojen tarkastelun visuaalisesti. (Kuva 5.) Tässäkin ohjelmassa on käytössä info-, mittaus- ja leikkaustyökalut, jotka mahdollistavat yksittäisten rakenneosien ominaisuuksien tarkasteluun ja ottamaan tarvittavia tarkemittoja. Käytännössä ohjelma soveltuu valmiin yhdistelmämallin tarkasteluun, ja tätä käytetäänkin pelkästään lähinnä työmaatoiminnassa. [2. s. 42.]



Kuva 5. Solibri Model Viewerin yleisnäkymä, jossa havainnollistuskuva Yliopistokatu 4:n saneerauskohteesta.

### 3.2.3 Tekla Field3D

Tekla Field3D soveltuu BIM -rakennustyökaluna Android- ja iOS-käyttöjärjestelmän omaaviin laitteisiin. Tätä sovellusohjelmaa pystytään käyttämään tietokoneilla että mobiililaitteilla. Mobiililaitteiston käytössä pystytään tietomallin tarkastelua käyttämään vaivatta apuna työmaatoiminnassa. [7.] Kuvassa 6, esitetään Quattroservices Oy:n saneerauskohteessa käytössä oleva Tekla Field3D, jota käytetään aputyökaluna asennustöissä.





Kuva 6. Yliopistonkatu 4:n saneerauskohteessa Tekla Field3D on työmaatoiminnassa työnjohdon sekä asentajien käytössä ja soveltuu muun muassa iOS-käyttöjärjestelmiin.

Tekla Field3D -sovellusta on kahta eri versiota, joista toinen on maksullinen ja toinen maksuton käyttöliittymä. Maksuttomalla käyttöversiolla sovelluksen käyttökapasiteetti rajoittuu pelkästään yksittäisten tietomallien tai yhdistelmämallien tarkasteluun, jolla pystytään tekemään tarkemittoja sekä leikkauksia yhdistelmämallista. Maksullisella sovelluksella pystytään esimerkiksi tekemään muistiinpanoja, huomioita sekä kuva-kaappauksia ja lisäämään ne tietomalliin muiden projektiosapuolien nähtäville ja kommentoinnille, jolla pyritään saamaan tehostettua reagoitua tietomallin ja varsinaisen toteutuksen ristiriitarkaisuihin huomattavasti nopeammin. [7.]

#### 4 Tietomallinnuksen hyödyntäminen taloteknisessä toteutuksessa

Yleisesti tietomalleja pystytään hyödyntämään, niin toteutuksen suunnittelussa kuin varsinaisessa toteutuksessa, esimerkiksi:

- kohteisiin ja suunnitelmiin perehtymisessä
- asennusjärjestyksen suunnittelussa
- määrälaskennassa, tarjous- ja hankintavaiheessa

- oman työn tarkastuksien laadinnassa
- toteutuskelpoisuuden tarkastelussa
- työohjauksessa ja yhteensovituksessa
- risteilytörmäilyjen toteaminen
- tilavarauksien tarkastelussa.

Talotekniikan havainnollistaminen on lähtökohtaisesti oleellisin asia tietomallin hyödyntämisessä, joka tuo jo itsessään ison avun työn suunnittelulle ja toteutukselle. [2. s. 56, 64.]

Parin vuoden sisällä tietomallipohjainen toimintatavan käyttö on laajentunut pääkaupunkiseudun rakennushankkeissa, joissa Quattroservices Oy on toteuttanut erinäisiä LVIS-urakoita. Hankkeita, joissa tietomallia on jollain tavalla käytetty hyväksi talotekniikassa toteutuksessa, ovat mm.

- Business Park Vivaldi, LVI-urakka
- Business Park Verdi, LVI-urakka
- Matinkylän Metrokeskus, osa Aa, LVI-urakka
- Hanasaaren kulttuurikeskus, LVI-urakka
- VLK Bussiterminaali, sähkö-urakka
- Metropolian Myllypuron kampus, TATE-urakka
- Yliopistonkatu 4, LVI-urakka
- Fredriksberg -talo 1, LVI-urakka.

Näissä rakennushankkeissa suurimmaksi osaksi tietomallinnusta on käytetty pelkästään havainnollistusapuna, eikä kohteisiin ole tehty erillistä yhteensovitusta rakennustekniikan osalta.

Matinkylän metrokeskus oli ensimmäinen kohde, jossa yrityksellä oli käytössä toteutuskelpoinen ja yhteen sovitettu malli läpi projektin. Yliopistonkatu 4 on toinen kokonaan tietomallipohjainen rakennushanke, jossa tällä hetkellä ollaan toteutusvaiheessa rakennustöiden osalta. Viimeisimpänä mainittu saneerauskohte Yliopistonkatu 4 on valittu insinööriyön esimerkkikohteeksi, joka aikataulullisesti verrattuna oli sopivin raken-

nushanke insinööriyön ajankohtaan nähden. Alkavissa tietomallipohjaisissa rakennushankkeissa ovat Fredriksberg -talo 1 sekä Metropolian Myllypuron kampus. Molemmissa hankkeissa ollaan tällä hetkellä yleissuunnittelu vaiheessa ja varsinaiset työt kummassakin kohteessa on tarkoitus aloittaa tänä keväänä.

#### 4.1 Esimerkkikohte Helsinki yliopisto, Yliopistonkatu 4



Kuva 7. Entinen Helsingin yliopiston hallintorakennus, joka uudistetaan peruskorjauksen yhteydessä Tiedekulmaksi. [kuva: JKMM Arkkitehdit Oy]

Kiinteistöön toteutetaan peruskorjaus, jonka yhteydessä kiinteistön talotekniikka uusitaan kokonaisuudessaan täysin. Rakennuksen käyttötarkoituksin muuttuu. Muun muassa rakennuksen K1–2-kerrokset muuttuvat uudenaikaisiksi työtiloiksi sekä kohtaamispaikaksi, joka on nimeltään Tiedekulma. Kuvassa 7, on esitetty kohteen Yliopistonkatu 4:n uudenlainen julkisivu, jonka suunnittelusta vastaa JKMM Arkkitehdit Oy.

Rakennuksen omistajana toimii Helsingin yliopiston rahastot (HYR). Kiinteistö sijaitsee osoitteessa Yliopistonkatu 4, 00100 Helsinki. Kiinteistö on bruttoalaltaan 12 612 brm<sup>2</sup>. Huoneistoalaa on yhteensä 9 994 htm<sup>2</sup> ja kiinteistön tilavuus on 44 500 m<sup>3</sup>. Rakennuksessa on yhteensä 11 kerrosta, joista kuusi on maanpäällä. [8.]

Rakennuksen peruskorjaus toteutetaan allianssimallilla, joka perustuu suunnittelijoiden, toteutusorganisaation, tilaajan sekä käyttäjien tiiviiseen yhteistoimintaan. Allianssiryhmän osapuolina toimivat Helsingin yliopiston tila- ja kiinteistökeskus, joka vastaa tilaa-

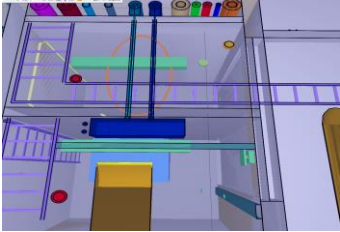


jantehtävistä. Rakennuttaja-asiantuntijana toimii Rakennustoimisto HTJ Oy. Pää toteuttajana on SRV Rakennus Oy sekä pää- ja arkkitehtisuunnittelusta vastaa JKMM Arkkitehdit Oy.

Quattroservices Oy toteuttaa kyseisen rakennuskohteen LVI-urakan tavoitehintaurakana projektijohtoperiaatteella ja tilaajana toimii SRV Rakennus Oy, jonka kanssa on laadittu aliurakkasopimus, jossa on huomioitu allianssin open book -periaate ja yhteinen kaupallinen malli. LVI-työt kohteessa on aloitettu tammikuussa 2016 ja LVI:n osalta töiden valmistumiseksi on määritelty viimeistään 30.6.2017.

#### 4.2 Kohteen tietomallinnus

Hankkeen tilaajan pyynnöstä hankekehitys- ja luonnosvaiheen jälkeen peruskorjaustyön toteutussuunnitelmat laaditaan ensisijaisesti tietomallintamalla, jolloin hankkeen mallinnus yhteen sovitetaan rakennusteknisesti kokonaan, mukaan lukien rakenteet, raudoitukset, sprinkleri, sähkö ja LVI. [9.]

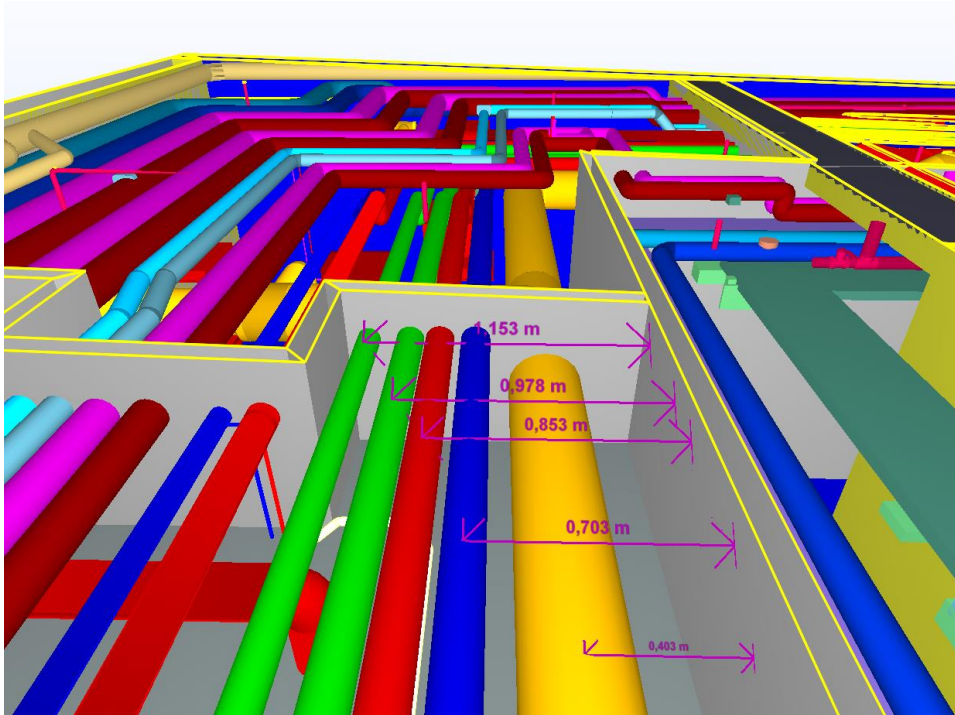
Rakennushankkeen laadunvarmistus tietomallintamisen suhteen varmistetaan muun muassa 3 viikon välein pidettävällä suunnittelijakokouksella, johon osallistuvat kohteen tietomallikoordinaattori, pää toteuttaja, suunnittelijat, TATE-urakoitsijat sekä käyttäjät. Lisäksi suunnittelijoiden tehtävänä on toimittaa rakennusosittain päivitetty tietomallit kerran viikossa projektipankkiin, jolloin hankkeen tietomallikoordinaattorina toimiva Gravicon Oy kokoaa kohteen päivitetty rakennusosat yhdistelmämalliin ja laatii päivitetyn tietomalliselostuksen, josta pystytään tarkistamaan kunkin rakennusosan aikaleima. Yhdistelmämallista tehdään suunnittelupalaveri sykleittäin tarkastusraportteja mahdollisista ongelmatilanteista sekä yhteentörmäyksistä.

16	575	2016-10-04	MLA	VAR 251	LI, SA		Jalohälytykset leikkaavat kapeita kapeita ja välejä		Avoin	LI 02 Puhk. 1.59 SA 02 Kapeus 1.52 LI 02 Puhk. 1.55
17	585	2016-10-04	MLA	VAR 251	SA, VV		Tippovesiviemäri ja sähkö risteä		Avoin	VV 02 Puhk. 1.37 SA 02 Puhk. 1.480 SA 02 Virtauskan säädin 1.6
18	591	2016-06-29	SMI	LVI / ARK	ARK, LVIS		Kulun putkireittien järjestely niin että huolto-ovi toimii Ei Oven siirto		Avoin	

Kuva 8. Yliopistokatu 4, 2. kerroksen yhteensovitusraportista otettu kuvakaappaus. [Yhteensovitusraportti: Gravicon Oy]

Suunnittelupalaverissa käydään läpi ongelmat ja tarvittavat toimenpiteet niiden korjaukselle sekä laaditaan erilliset tietomallinnustehtävät seuraavalle suunnittelupalaverille. Esimerkiksi palaverissa voidaan käsitellä 2. kerroksen yhteensovitusraportissa havaittuja ongelmia. (Kuva 8.)

TATE-urakoitsijoiden pääsääntöinen tietomallinnuksen käyttökohde on asennusreittien ja korkojen tarkastelu. Tätä kautta syntyy ennakoiva työsuunnittelu ja risteilykohtien havaitseminen sekä oikeat asennusjärjestykset. Kohteen LVI-asetajilla on käytössään iPad, jonka avulla tietomallinnus on myös koko asennusryhmän apuna. Tämä myös säästää aikaa todella paljon asennusreittien tarkastelussa (kuva 9), varsinkin kun kohde on peruskorjaushanke, jossa uuden tekniikan saaminen vanhoihin tiloihin on haastavaa. [10.]



Kuva 9. Yliopistonkatu 4:n tietomallia käytetään havainnollistamisapuna asennusreittien sekä järjestyksen suunnittelussa. [Tietomalli: Helsingin Yliopiston Rahastot.]

## 5 Tulokset

### 5.1 Haastattelut

Haastateltavina on ollut Quattroservices Oy:n projektipäälliköitä, asentajia sekä johtoryhmään kuuluvia henkilöitä, joita oli yhteensä 12. Haastatteluiden menettelytapana pidettiin alustavasti sovittua toimintamallia, johon sisältyi haastattelukysymyksien (liite 1) lähettäminen etukäteen kyseisille henkilöille, jolloin haastatteluun valmistautuminen tehostaisi haastatteluprosessia eli välttyään niin sanotulta tyhjältä ajalta haastattelujen yhteydessä. Haastattelut käytiin suullisesti henkilöiden kanssa, ja toimihenkilöillä oli mahdollisuus etukäteen kirjoittaa vastaukset.

Vastauksia analysoitiin ja tarkennettiin haastattelun yhteydessä. Lisäksi haastattelut pidettiin vaiheittain asentajien ja projektipäälliköiden sekä johtoasemassa olevien henkilöiden kanssa, jolloin sain vietyä tietomallinnukseen liittyviä ongelmia ja kehitysideoita yritysorganisaation ylimmälle tasolle asti. Yrityksen henkilöstöllä on ollut käytössään ainoastaan Solibri Model Viewer- ja Tekla Field3D -ilmaisversio, jolloin tietomallinnuk-

sen käyttö on rajoittunut pelkästään tietosisällön tarkasteluun, leikkauksiin ja mittaus-työkalun käyttöön.

”Tietomalli yksinomaan tehostaa projektin toteutusta.” [13.]

Haastatteluvastauksien perusteella tietomallinnuksen jalkautuminen on tuonut merkittävän hyödyn kokonaisuudessaan rakennushankkeen toteutusta ajatellen. Tärkeimpänä on tietomallista saatava suunnitelmien visuaalinen havainnollistaminen sekä selkeys kokonaisuuksien hahmottamiseen, jotka tuovat aivan uuden kulman ja tavan huomioida kaikkea tarvittavaa toteutuksen organisointiin, jolloin rakennushankkeissa väärin asennusten- ja muutostöiden määrä laskee huomattavasti.

Tietomallin hyödyntämisessä korostuu varsinkin rakennushankkeen sisällä olevien eri organisaatioiden yhteistyö, mikä ylipäättensä mahdollistaa tietomallinnuksen käytön rakennushankkeissa. Lähtökohtaisesti tietomallin hyödyntämismahdollisuudet riippuvat pelkästään suunnitelmien laadusta ja oikeellisuudesta, mikä tietysti lisää suunnittelijoiden työmäärää tietomallien luomisen ja suunnitelmamuutosten takia.

Haastatteluista on poimittu seuraavanlaisia vastauksia, joissa on kokemuksia mallinnuksesta:

”Tietomallista pystyy helposti hahmottamaan kokonais kuvan töiden laajuudesta ja näkee helposti asennusjärjestyksen kuka asentaa ylimmäksi tekniikkansa. Jos pitää tehdä reittimuutoksia, niin on helpompi tehdä päätös, kun tietomallista näkee tekniikoiden- ja laitteiden sijainnit korke asemineen.” [9.]

”Työteho lisääntyy asennuksessa kun työnsuunnittelu on sujuvaa tietomallin avulla.” [13.]

”Urakoitsijana ei tarvitse laatia erillisiä konehuonekuvia, vaan voidaan hyödyntää tietomallia konehuoneen tilantarpeen selvittelyssä. Oikein tehdystä tietomallista on myös mahdollista tehdä kanttikanavien sekä kammioiden mitoitus todella kätevästi.” [12.]

Haastatteluvastaukset olivat todella yhtenäisiä, kun käytiin läpi tietomallin käyttöä ja sen tuomia hyötyjä rakennushankkeisiin. Toki tietomallin nopea käyttöönotto lisää työkuormaa uusien työskentelytapojen oppimisessa ja sisäistämisessä sekä tietysti tuo joitakin ongelmia, jotka myös kävivät haastatteluissa ilmi:

”Murheita se tuo kanssa, jos kaikki eivät noudata mallinnettujen tekniikoiden sijainteja ja alkaa sooloileen, tällöin tulee herkästi paljon ongelmia.” [9.]

Ongelmakohtat kohdistuivat osittain yhteistyön merkitykseen tietomallinnuksen suhteen. Rakentaminen vaatii yleisestikin yhteistyötä eri organisaatioiden kesken ja on todella ihmiskeskeiseen yhteistyötoimintaan perustuvaa työskentelyä, joten välillä oikeiden ihmiskemioiden yhdistäminen voi olla joissakin tapauksissa hankalaa. Yhtenä ongelma-kohtana koettiin myös henkilöstön tällä hetkellä käynnissä oleva oppimisvaihe sekä kaikkien toimihenkilöiden oppimiskyky.

Lisäksi ongelma-kohtana oli useaan otteeseen sähkö- ja automaatio-järjestelmien puutteellisuus mallissa, esimerkiksi seiniin upotettavien putkitusreittien puuttuminen. Pelkästään yläjakoiset kaapelireitit ja sähköhylyt ovat mallinnettuna.

## 5.2 Kehitysideat

Konkreettisesti työmaalla työskentelevien toimihenkilöiden kehitysideat tietomallinnuksen suhteen kohdistui sovellusohjelman käyttöön ja sen rajallisuuteen, joita esiintyi useassa eri haastattelussa:

- mittaustyökalun käytön helpottaminen
- huonenumeroinnit
- revisiomuutokset
- tiedostojen keventäminen.

Nämä kaikki voidaan kiteyttää seuraavasti:

”Ongelmana voidaan oikeastaan pitää työkalujen riittämättömyys tietomallin hyödyntämiseen sekä henkilöstön osaamisrajoitukseen olemassa olevan tiedon hyödyntämiseen.” [13.]

Yrityksen toimihenkilöiden käytössä on tällä hetkellä pelkästään ohjelmien ilmaisversioita ja koulutus ohjelmien käyttöön on harjaantunut ainoastaan oman käyttökokemuksen pohjalta, jolloin tietomallin hyödyntämiskapasiteetti jää varsin pieneksi, kun otetaan myös huomioon maksullisten ohjelmien tarjonta.



Osaamista voidaan kehittää mahdollisilla käyttökoulutuksilla, jolla parannetaan tietomallin hyödyntämistä projekteissa ja vältetään itsenäisen opetteluun tuomaa turhautumista. Lisäksi mahdollisten maksullisten sovelluksien käyttö tuo omat lisämahdollisuudet, jotka helpottavat laskentaa, tarviketilauksia ja projektien aikataulutusta sekä hallintaa. Yrityksen käyttökoulutukseen voisi sisällyttää tarpeelliset toiminnot muun muassa informaation keräämiselle, luokittelujen- ja aikataulusuunnitelmien luonnille, raporttien tekemiselle sekä erilaiset säännöt ja törmäystarkastelu. Kaikki aikaisemmin mainitut toiminnot ovat hyvin keskeisiä TATE-urakoitsijalle työn tehostamiseksi. Lisäksi koulutuksessa voisi näyttää perustyökalujen käytön perusteellisesti, jolloin niiden käyttö olisi mahdollisimman vaivatonta ja sulavaa.

Maksullisen sovellusohjelman hankintakustannukset ilmenevät alla olevasta kuvasta. Esimerkkinä käytetään Solibri Model Checkerin hankintaa yrityksen sisäiseen käyttöön.

Lisenssi	Koulutus	Vuosimaksu	Henkilöstökulut	Yhteensä
6 000,00 €	3 000,00 €	600,00 €	8 100,00 €	17 700,00 €

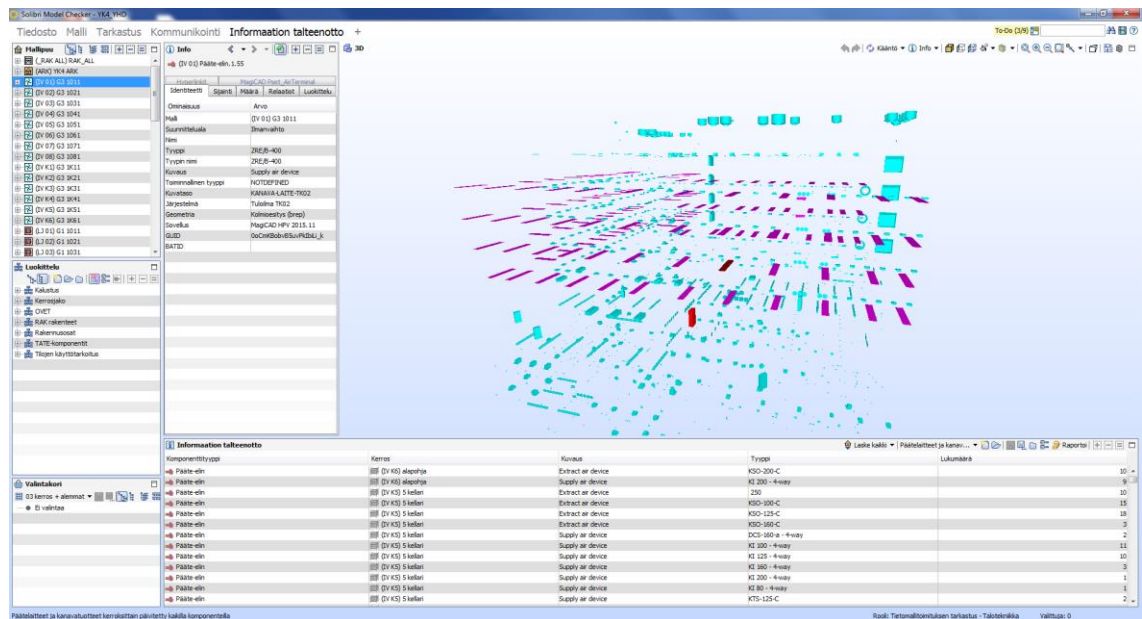
Kuva 10. Solibri Model Checkerin kokonaishankintakustannukset yritykselle.

Lisenssistä koostuvat kustannukset on kertamaksu, joka sisältää yhden käyttölisenssin. Tarkoittaen sitä, että yksi yrityksen toimihenkilö voi käyttää sovellusta kerrallaan. Koulutuksesta tulevat kustannukset sisältää kahden päivän mittaisen käyttökoulutuksen Solibri Model Checkeriin, johon voi osallistua maksimissaan 10 toimihenkilöä. Lisäksi ohjelmasta peritään lisenssikohtainen vuosittainen käyttömaksu. Henkilöstökulut koostuvat 10 toimihenkilön henkilöstökuluista yritykselle sisältäen käyttökoulutukseen varatun ajan.

Lisenssi-, koulutus- ja vuosimaksut on Solibirilta saadun tarjouksen mukaisesti laadittu, jolloin hankinnan kokonaiskustannuksia voidaan pitää todenmukaisina. Tällöin ohjelmasta koostuvien kustannuksien karkea takaisinmaksuaika voidaan laskea seuraavasti:

Voidaan ottaa vertailuksi yksittäisen projektin sisäisten tilauksien tekeminen sekä yksittäisen tarjouslaskentakohteen massalaskenta pelkän ilmanvaihdon osalta. Tässäkin käytetään esimerkikohdetta Yliopistonkatu 4, jossa on yhteensä 11 kerrosta. Kohteen kerroskohtaiseen tarkkaan massalaskentaan ilmanvaihdon osalta voidaan pitää yh-

teensä 6 työtuntia, joka sisältää ilmanvaihtokanavat, -osat, -päätelaitteet sekä muut kanavatuotteet. (Kuva 11.)



Kuva 11. Yleisnäkymä Solibri Model Checkerin määrälaskennasta, jossa on laskettu Yliopistonkatu 4:n päätelaitteet sekä kanavatuotteet.

Lisäksi otetaan tarjouslaskennasta esimerkkinä jokin hotelli-/toimistorakennus, jossa laskenta-aikaa ilmanvaihdon osalta tässä tapauksessa voidaan pitää 5 työpäivää.

+	3 348,00 €	Yliopistonkatu 4 IV-hankintojen massalaskennasta säästetty aika rahallisesti / hlö				
+	1 027,33 €	Yksittäisen tarjouslaskentakohteen säästetty aika rahallisesti /hlö				
-	1 770,00 €	Ohjelman hankintakustannukset / hlö				

Kuva 12. Laskelma sisältää molemmat yrityksen sisäiset toimintatavat, joissa hyödynnettäisiin massalistoja.

Kuvassa 12 on vihreällä esiintyvät säästöt, joihin on huomioitu toimihenkilön työtunnit Solibri Model Checkerillä tehdystä massalistasta. Käyttökoulutuksen saanut toimihenkilö pystyy laatimaan normaalin kanava-, päätelaitte-, putki-, venttiililistan tietomallista hetkessä. Laskelmaan ei ole huomioitu mahdollisia laskuvirheitä perinteisillä laskentamenetelmillä, joita ei käytännössä tule oikein tehdystä tietomallin massalistasta. Tietomallilla pystytään varmistamaan myös tavaroiden oikeellinen määrä kerros- tai huonekohtaisesti. Tällä saadaan vältettyä ylijäämätavaroiden tilaamista työmaalle. Laskelmaan ei ole myöskään huomioitu maksullisen ohjelmiston tuomia muita hyötyjä, joihin

kuuluvat muun muassa erinäiset tarkastukset ja ongelmien havainnointi, niin laskentavaiheessa, kuin projektin hoidossakin. Solibri Model Checkerin avulla voidaan tietomallista saada kaikki huonenumeroinnit näkyviin, revisiomuutoksien tarkastelut mahdollistaa huonekohtaisen muutoksien tarkastelun sekä tiedostojen keventäminen on mahdollista Checkerillä. Tällä voidaan välttää myös uusien tehokkaampien tietokoneiden investointia isoja tiedostokokoja varten.

Mallinnuksen käyttö ja sen hyödyntäminen voi tietysti olla todella työlästä etenkin yrityksen vanhemmalle sukupolvelle, sillä uudenlainen toimintamalli projektien hoitoon vaatii paljon opettelua, jotta saataisiin tietomallia hyödynnettyä tarvittavalla tavalla. Tämän takia olisi kannattavaa perustaa yrityksen sisäiseen toimintaan tietomalliryhmä, jotka osaavat hyödyntää tietomallista saatuja tietoja ja laatia yritykselle tarpeelliset tarkastus-, säännöstö- ja listapohjat yrityksen toiminnan tehostamiseen.

Lopputuloksena voidaan todeta, että kyseisen ohjelman käytöstä koostuvat hyödyt kattavat hankintakustannukset yhden toimihenkilön osalta jo yksittäisen projektin aikana. Tällöin toimihenkilön tuottavuus yrityksen suuntaan projektikohtaisesti kasvaa merkittävästi, jolloin takaisinmaksuaika muuttuu käytännössä tuottavaksi investoinniksi yritykselle. Tarjouslaskennan puolelta toimihenkilön työteho kasvaa ja laskenta kokonaisuudessaan nopeutuu huomattavasti. Laskentakohteiden laskenta-aika ja tarjouksen jätön välissä on yleisesti noin 2 viikkoa, joten ajan säästö tietomallia hyödyntämällä on todella merkittävä.

## **6 Yhteenveto ja pohdinta**

Tämän insinööriyön alkuperäinen tarkoitus oli tutkia tietomallinnuksen toimivuutta ja hyödyntämistä taloteknisessä toteutuksessa. Työn edetessä alkuperäistä ajatusmallia työn toteutukselle laajennettiin siltä osin, että tarkasteltiin myös Quattroservices Oy:n nykyisiä toimintatapoja tietomallinnuksen suhteen sekä pyrkiä tuomaan kehitysideoita tietomallin hyödyntämismahdollisuuksiin liittyen.

Oma kokemus ja tieto 3D-mallinnuksesta olivat ennen insinööriyötä vähäiset, mutta mallinnuksen mukaiseen toteutukseen tutustuminen Yliopistokatu 4:n peruskorjaushankkeessa yllätti todella positiivisesti huomattuani tietomallien todellisen hyödyn ja niiden toimivuuden rakennushankkeessa. Erinäisten ohjelmistojen käyttö harjaantui

perusosaamiseen nopeasti ja tarvittavan tiedon saaminen tietomalleista kävi vaivatta, kun verrataan perinteiseen paperisarjojen selaamiseen ja tiedon etsimiseen.

Insinööriyön tuloksien analysointi yrityksen sisällä johti yrityksen puolelta päätökseen panostaa tietomallinnuksen hyödyntämiseen maksullisen katselu- ja tarkasteluohjelman investoinnilla, jonka puolesta toimihenkilöille myös pidetään erillinen käyttökoulutus. Yrityksen toimintatapojen kehittäminen mallinnuksen suhteen ei ole mikään yksinkertainen prosessi, se vaatii aikaa ja uusien tapojen sisäistämistä. Tietomallinnuksen käyttö projekteissa on todella merkittävä apu taloteknisessäkin toteutuksessa, sillä rakennuksien taloteknisten järjestelmien sekä teknologian kasvun myötä talotekniikan toteutuksen hahmottaminen ja yhteensovittaminen rakennuksissa on nykypäivänä perinteisillä 2D-suunnitelmilla todella haastavaa.

Tietomallipohjaisten rakennushankkeiden yleistyminen sekä jatkuva kehitys digitaalsempaan suuntaan tuovat uudenlaiset menetelmät ja toimintatavat hankkeen kaikille osapuolille. Päivän selvää on, että rakennuksien tietomallintaminen on tullut jäädäkseen ja tulevaisuudessa mallinnuksen tuomiin olosuhteisiin mukautuminen on välttämätöntä koko rakennusalalla.

## Lähteet

- 1 Tietomallinnus. 2017. Verkkodokumentti. Rakennusinsinöörien Liitto. <<http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>> Luettu 11.3.2017.
- 2 Jäväjä Päivi & Lehtovaara Timo. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 3 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV) Osa 4. 2012. BuildingSM Finland. Helsinki.
- 4 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV) Osa 13. 2012. BuildingSM Finland. Helsinki.
- 5 MagiCAD. 2017. Verkkodokumentti. <<https://www.magicad.com/fi/>> Luettu 20.3.2017.
- 6 CADS. 2017. Verkkodokumentti. <<http://www.cads.fi/>> Luettu 20.3.2017.
- 7 Tekla Field3D. 2017. Verkkodokumentti Tekla. <<http://www.teklabimsight.com/tekla-field3d-features>> Luettu 20.3.2017.
- 8 Helsingin Yliopiston Yliopistokatu 4 peruskorjaushanke. 2016. Verkkodokumentti. <<http://www.ipt-hanke.fi/yliopistokatu>> Luettu 28.3.2017.
- 9 Hevonoja A. 2017. Quattroservices Oy. Haastattelu 10.3.2017.
- 10 Korkkula J. 2017. Quattroservices Oy. Haastattelu 10.3.2017.
- 11 Autodesk Navisworks. 2017. Verkkodokumentti. Autodesk. <<http://www.autodesk.com/products/navisworks/>> Luettu 29.3.2017.
- 12 Oksanen V. 2017. Quattroservices Oy. Haastattelu 14.3.2017.
- 13 Forsblom M. 2017. Quattroservices Oy, Haastattelu 24.3.2017.
- 14 Kaupunkimallinnuksen ohjekirja. 2017. Verkkodokumentti. BuildingSM Finland. <<https://buildingsmart.fi/kaupunki/kaupunkimallinnuksen-ohjekirja/>> Luettu 11.4.2017.

## Haastattelukysymykset

Laatija  
Jere Luoma  
Metropolia AMK

7.3.2017

### Haastattelu

Nimi:

Yritys:

Työnkuvaus:

Projektit (Joissa on käytetty tietomallipohjaista toimintatapaa):

1. Millä tavalla tietomallintamista käytetään omissa projekteissasi?
2. Minkälaisia hyötyjä tietomallipohjainen talonrakennushanke tuo projekteihin omasta näkökulmastasi?
3. Koetko mallinnuksen mukaisen toteutuksen kuormittavan tai tehostavan projektin toteutusta?
4. Mitä ongelmia tietomallin mukainen toteutus tuo mielestäsi projekteihin?
5. Minkälaisia kehitysideoita tulee mieleen tietomallin käyttöön liittyen?